

I. DISPOSICIONS GENERALS

MINISTERI PER A LA TRANSICIÓ ECOLÒGICA I EL REPTA DEMOGRÀFIC

8965 *Ordre TED/749/2020, de 16 de juliol, per la qual s'estableixen els requisits tècnics per a la connexió a la xarxa necessaris per a la implementació dels codis de xarxa de connexió.*

I

El Reglament (UE) 2016/631 de la Comissió, de 14 d'abril de 2016, que estableix un codi de xarxa sobre requisits de connexió de generadors a la xarxa, defineix els requisits tècnics per a la connexió a la xarxa de les instal·lacions de generació d'electricitat.

El Reglament (UE) 2016/1388 de la Comissió, de 17 d'agost de 2016, pel qual s'estableix un codi de xarxa en matèria de connexió de la demanda, defineix els requisits de connexió a la xarxa d'instal·lacions de demanda i de distribució connectades a la xarxa de transport, de les xarxes de distribució, incloses les xarxes de distribució tancades, i de les unitats de demanda utilitzades per una instal·lació de demanda o una xarxa de distribució tancada per prestar serveis de resposta de demanda als gestors de xarxa i als gestors de xarxa de transport pertinents.

El Reglament (UE) 2016/1447 de la Comissió, de 26 d'agost de 2016, pel qual s'estableix un codi de xarxa sobre requisits de connexió a la xarxa de sistemes d'alta tensió en corrent continu i mòduls de parc elèctric connectats en corrent continu, defineix els requisits per a la connexió a la xarxa de sistemes d'alta tensió en corrent continu (sistemes HVDC) i de mòduls de parc elèctric connectats en corrent continu.

Aquests reglaments comunitaris constitueixen els denominats codis de xarxa de connexió, els quals estableixen els requisits tècnics mínims que han de complir les instal·lacions de generació, les de demanda i els sistemes HVDC que es connectin a la xarxa elèctrica, amb l'objectiu de garantir la seguretat dels sistemes elèctrics i afavorir la integració d'energies renovables.

Si bé una part dels requisits tècnics establerts en els tres reglaments comunitaris són d'aplicació directa, d'altres no estan completament detallats i la seva aplicació requereix que, d'acord amb el que s'hi estableix, siguin proposats pels gestors de la xarxa i posteriorment aprovats i publicats per l'entitat designada per l'Estat membre, la qual és l'autoritat reguladora, tret de disposició en contra de l'esmentat Estat membre.

Amb la finalitat coordinar les propostes que, d'acord amb el que s'ha assenyalat anteriorment, havien de presentar els gestors de xarxa en relació amb els requisits no completament desenvolupats en el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, en el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i en el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, i proporcionar al mateix temps un fòrum de debat previ on plantejar i resoldre aspectes relacionats amb el procés d'implementació d'aquests reglaments, el 2016 es van crear, sota la coordinació de l'operador del sistema elèctric, diversos grups de treball als quals van assistir, a més dels gestors de xarxa, representants dels agents afectats, així com del Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic i de la Comissió Nacional dels Mercats i la Competència.

Amb data 29 de maig de 2018, Red Eléctrica de España, SA, va presentar a l'actual Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic una proposta de modificació del procediment d'operació 12.2, sobre requisits mínims de disseny, equipament, funcionament, posada en servei i seguretat d'instal·lacions de generació i demanda amb connexió a la xarxa de transport, la qual incloïa, entre altres qüestions, la seva proposta relativa als requisits tècnics que, d'acord amb el que s'ha assenyalat anteriorment, no estan completament definits en el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, i el

Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i la definició dels quals correspon al gestor de la xarxa de transport, d'acord amb aquests.

Així mateix, per tal de complir amb l'obligació que estableix el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, amb data 1 d'octubre de 2018, Red Eléctrica de España, SA, va presentar al Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic la seva proposta relativa als requisits tècnics que han de complir els sistemes HVDC i els mòduls connectats en corrent continu.

Per la seva banda, amb data 17 de maig de 2018, l'actual Associació d'Empreses d'Energia Elèctrica (AELEC) va remetre a l'actual Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic la seva proposta relativa als requisits tècnics recollits en el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, la definició dels quals correspon als gestors de xarxa de distribució, d'acord amb el que assenyalava el reglament esmentat.

Així mateix, amb data 7 de setembre de 2018, AELEC va remetre a l'actual Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic la seva proposta d'implementació dels requisits tècnics que recull el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, la definició dels quals correspon als gestors de xarxa de distribució, d'acord amb el que assenyalava el reglament esmentat.

II

La disposició final setena del Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, pel qual es regulen aspectes necessaris per a la implementació dels codis de xarxa de connexió de determinades instal·lacions elèctriques, habilita la ministra per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic per aprovar, mitjançant una ordre, els requisits tècnics per a la connexió a la xarxa derivats de l'aplicació del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, del Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i del Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016.

Partint de les propostes presentades per Red Eléctrica de España, SA, i AELEC, aquesta Ordre aprova, de conformitat amb el que preveuen el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, els requisits tècnics per a la connexió a la xarxa de transport o de distribució d'electricitat que han de complir les instal·lacions de generació i les de demanda elèctrica, així com les instal·lacions d'alta tensió en corrent continu i els mòduls de parc elèctric connectats en corrent continu.

Mitjançant l'aprovació d'aquests requisits es dona compliment degudament al que preveuen els esmentats reglaments comunitaris que, tal com s'ha esmentat anteriorment, obliguen que els estats membres aprovin els requisits d'aplicació general que aquests no defineixen en la seva totalitat.

III

D'acord amb això, l'àmbit d'aplicació d'aquesta Ordre està vinculat necessàriament al dels reglaments comunitaris, a efectes dels quals són aplicables els aspectes relatius a la seva implementació que preveu el Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, esmentat. En aquest sentit, aquesta Ordre vincula l'aplicació a les instal·lacions existents dels requisits que s'hi defineixen a les regles que sobre això es recullen en els articles 5 i 6 del Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, esmentat.

Així mateix, atès que els aspectes que desplega el Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, esmentat, eximeixen de la consideració de mòduls de generació d'electricitat aquelles instal·lacions vinculades a alguna de les modalitats d'autoconsum a què es refereix el Reial decret 244/2019, de 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum, que estan exemptes d'obtenir permisos d'accés i connexió, en nom d'una claredat més gran sobre l'àmbit d'aplicació de la norma, aquesta Ordre inclou la menció expressa a aquesta excepció en el seu àmbit d'aplicació.

L'annex I de l'Ordre estableix els requisits tècnics de connexió de generadors als quals es refereix el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016. Aquests requisits s'agrupen en requisits de freqüència, tensió, robustesa, restabliment i gestió del sistema.

Per la seva banda, l'annex II de l'Ordre estableix els requisits de connexió de les instal·lacions de demanda, als quals es refereix el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016. Aquests requisits s'agrupen en requisits de freqüència i tensió, potència de curtcircuit i potència reactiva, protecció i control, entre d'altres.

Finalment, l'annex III de l'Ordre estableix els requisits dels sistemes d'alta tensió en corrent continu i mòduls de parc elèctric connectats en corrent continu a què es refereix el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016. Aquests requisits s'agrupen en rangs de freqüència, de tensió, de control de potència activa, de potència activa en funció de variacions de freqüència, i de control de la injecció ràpida de corrent, entre d'altres.

Finalment, mitjançant la disposició final primera s'introdueixen algunes modificacions a l'Ordre IET/2013/2013, de 31 d'octubre, per la qual es regula el mecanisme competitiu d'assignació del servei de gestió de la demanda d'interrompibilitat, que són necessàries com a conseqüència de l'entrada en vigor dels codis de xarxa de connexió.

IV

Aquesta Ordre s'ha elaborat tenint en compte els principis de bona regulació a què es refereix l'article 129.1 de la Llei 39/2015, d'1 d'octubre, del procediment administratiu comú de les administracions públiques.

En concret, es compleixen els principis de necessitat, eficàcia i proporcionalitat en la mesura que aquesta es dicta en compliment d'una obligació recollida en els reglaments que aproven els codis de xarxa de connexió i conté la regulació imprescindible que permet complir amb aquesta obligació.

Així mateix, es compleix el principi de seguretat jurídica en la mesura que la norma és coherent amb la resta de l'ordenament jurídic.

La norma satisfà el principi de transparència atès que ha estat sotmesa al tràmit d'informació pública, en el qual han participat les comunitats autònomes, i el preàmbul de la norma defineix clarament els objectius i la justificació de la norma.

Finalment, la norma no imposa càrregues administratives atès que es limita a regular requisits tècnics de compliment obligat, per la qual cosa s'entén satisfet el principi d'eficiència.

Aquesta Ordre no ha estat sotmesa al tràmit de consulta pública, al qual es refereix l'article 26.2 de la Llei 50/1997, de 27 de novembre, del Govern, atès que s'hi regulen aspectes parcials d'una matèria.

De conformitat amb l'article 26.6 de l'esmentada Llei 50/1997, de 27 de novembre, el tràmit d'audiència d'aquesta Ordre ha estat evacuat mitjançant consulta als representants del Consell Consultiu d'Electricitat, d'acord amb el que preveu la disposició transitòria desena de la Llei 3/2013, de 4 de juny, de creació de la Comissió Nacional dels Mercats i la Competència. Les comunitats autònomes i les ciutats de Ceuta i Melilla han participat en el tràmit d'audiència a través de l'esmentat Consell Consultiu d'Electricitat, en el qual estan representades. Addicionalment, l'Ordre ha estat sotmesa a informació pública mitjançant la seva publicació en el portal web de l'actual Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic.

D'acord amb el que preveu l'article 7.34 de l'esmentada Llei 3/2013, de 4 de juny, el que disposa aquesta Ordre ha rebut l'informe de la Comissió Nacional dels Mercats i la Competència mitjançant un informe aprovat per la sala de supervisió reguladora de la Comissió esmentada en la sessió de data 21 de novembre de 2019 (IPN/CNMC/017/19).

En virtut d'això, d'acord amb el Consell d'Estat, disposo:

Article 1. *Objecte.*

Aquesta Ordre estableix els requisits tècnics per a la connexió a la xarxa de les instal·lacions de generació d'electricitat, de les instal·lacions de demanda, dels sistemes

d'alta tensió en corrent continu i dels mòduls de parc elèctric connectats en corrent continu, donant compliment a les obligacions que estableixen l'article 7.6 del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, l'article 6.6. del Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i l'article 5.6 del Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016.

Article 2. Àmbit d'aplicació.

1. El que disposa aquesta Ordre és aplicable a:

a) Els mòduls de generació d'electricitat inclosos dins de l'àmbit d'aplicació del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016.

b) Les instal·lacions de demanda, les instal·lacions de distribució, les xarxes de distribució i les unitats de demanda incloses dins de l'àmbit d'aplicació del Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016.

c) Els sistemes d'alta tensió en corrent continu i els mòduls de parc elèctric connectats en corrent continu inclosos en l'àmbit d'aplicació del Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016.

2. Dins dels mòduls de generació d'electricitat a què es refereix la lletra a) de l'apartat anterior s'entenen incloses les instal·lacions de generació vinculades a alguna de les modalitats d'autoconsum a què es refereix el Reial decret 244/2019, de 5 d'abril, esmentat, amb les limitacions que sobre això es derivin del que estableix la disposició transitòria tercera del Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, esmentat.

3. L'aplicació d'aquesta Ordre a instal·lacions existents està subjecta a les normes que sobre això recull el Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, esmentat.

Així mateix, l'aplicació d'aquesta Ordre a instal·lacions que no puguin ser considerades existents està subjecta al que preveu la disposició transitòria quarta del Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, esmentat.

Article 3. Definicions.

1. Als efectes del que preveu aquesta Ordre, són aplicables les definicions que recullen l'article 2 del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, l'article 2 del Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i l'article 2 del Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016.

Així mateix, són aplicables les definicions incloses en el Reglament (CE) núm. 714/2009 del Parlament Europeu i del Consell, de 13 de juliol de 2009, relatiu a les condicions d'accés a la xarxa per al comerç transfronterer d'electricitat i pel qual es deroga el Reglament (CE) núm. 1228/2003.

2. Addicionalment, als efectes del que preveu aquesta Ordre, són aplicables les definicions següents:

a) «Significativitat»: qualitat utilitzada per classificar els mòduls de generació d'electricitat, segons la tensió del seu punt de connexió i la seva capacitat màxima, i que deriva en els tipus A, B, C i D, segons estableix l'article 5 del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, amb les regles addicionals que es derivin del que estableix el Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, esmentat.

b) «Requisits tancats»: requisits tècnics definits completament en el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, en el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, o en el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, i que, per tant, són d'aplicació directa sense necessitat d'un desplegament normatiu posterior que en concretí l'abast o la definició.

c) «Requisits oberts»: requisits tècnics no definits completament en el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, en el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, o en el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, i el desplegament final dels quals, ja sigui obligatori o voluntari, queda sota la responsabilitat dels gestors de xarxa d'acord amb el que assenyalen aquests reglaments.

d) «Tensió nominal»: valor de la tensió de funcionament amb el qual es denomina i s'identifica una instal·lació elèctrica.

e) «Potència aparent nominal»: màxima potència aparent que pugui subministrar el mòdul de generació d'electricitat o el sistema HVDC de forma permanent a la tensió nominal. En el cas de mòduls de parc elèctric, es correspon amb la suma de les potències aparents nominals de cadascuna de les unitats de generació en servei.

f) «Corrent aparent nominal» o «Corrent nominal»: corrent aparent que pugui subministrar el mòdul de generació d'electricitat o el sistema HVDC de forma permanent a la potència aparent nominal i a la tensió nominal.

g) «Potència activa de referència (P_0)»: potència activa del mòdul de generació d'electricitat anterior al començament de la pertorbació o, en cada moment, la potència màxima corresponent a la disponibilitat instantània del recurs primari, durant la pertorbació elèctrica i respectant les bandes de regulació o límits màxims de potència, si s'escau, assignats per l'operador del sistema durant el règim permanent previ.

Article 4. *Requisits tècnics per a la connexió a la xarxa d'instal·lacions incloses en l'àmbit d'aplicació.*

1. Les instal·lacions de generació incloses dins l'àmbit d'aplicació d'aquesta Ordre han de complir els requisits tècnics per a la connexió a la xarxa, que es recullen a l'annex I.

2. Les instal·lacions de demanda i distribució incloses dins l'àmbit d'aplicació d'aquesta Ordre han de complir els requisits tècnics per a la connexió a la xarxa, que es recullen a l'annex II.

3. Els sistemes d'alta tensió en corrent continu, també denominats sistemes HVDC, inclosos dins l'àmbit d'aplicació d'aquesta Ordre han de complir els requisits tècnics per a la connexió a la xarxa, que es recullen a l'annex III.

4. Sense perjudici del que estableix el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, i l'esmentat Reial decret 647/2020, de 7 de juliol, els mòduls de parc elèctric connectats en corrent continu inclosos dins l'àmbit d'aplicació d'aquesta Ordre han de complir els requisits establerts per als mòduls de parc elèctric connectats en alta mar que estableixen el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, aquesta Ordre i el Procediment d'operació 12.2.

Disposició final primera. *Modificació de l'Ordre IET/2013/2013, de 31 d'octubre, per la qual es regula el mecanisme competitiu d'assignació del servei de gestió de la demanda d'interrompibilitat.*

L'Ordre IET/2013/2013, de 31 d'octubre, per la qual es regula el mecanisme competitiu d'assignació del servei de gestió de la demanda d'interrompibilitat, queda modificada de la manera següent:

U. S'afegeix un nou paràgraf al final del punt 2 de l'article 6, amb la redacció següent:

«En el cas de consumidors connectats a la xarxa de transport als quals sigui aplicable el Reglament (UE) 2016/1388 de la Comissió de 17 d'agost de 2016, pel qual s'estableix un codi de xarxa en matèria de connexió de la demanda, han d'acreditar que disposen d'almenys una notificació operacional provisional (ION) de connexió en vigor.»

Dos. S'afegeix un nou punt 10 al final de l'article 6, amb la redacció següent:

«10. Els consumidors inclosos en l'àmbit d'aplicació del Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, han d'acreditar que disposen d'una notificació operacional definitiva per a resposta de demanda (NODRD) vigent per prestar el servei d'interrompibilitat de conformitat amb el model que publiqui l'operador del sistema en la seva pàgina web. L'operador del sistema ha de publicar en la seva pàgina web el procediment i el contingut necessari que ha d'incorporar el document

d'unitat de resposta de demanda per obtenir la NODRD per prestar el servei d'interrompibilitat.»

Disposició final segona. *Títol competencial.*

Aquesta Ordre es dicta a l'empara del que estableix l'article 149.1.13.a i 25a de la Constitució espanyola, que atribueix a l'Estat la competència exclusiva per determinar les bases i la coordinació de la planificació general de l'activitat econòmica, i les bases del règim miner i energètic, respectivament.

Disposició final tercera. *Entrada en vigor.*

Aquesta Ordre entra en vigor l'endemà de la publicació en el «Butlletí Oficial de l'Estat».

Madrid, 16 de juliol de 2020.— La vicepresidenta quarta del Govern i ministra per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic, Teresa Ribera Rodríguez.

ANNEX I

Requisits per a la connexió a la xarxa d'instal·lacions de generació d'electricitat

A més dels requisits tancats que estableix el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, que correspongui aplicar en cada cas en funció de la tecnologia i el tipus d'instal·lació segons la seva significativitat, els mòduls de generació d'electricitat inclosos en l'àmbit d'aplicació d'aquesta Ordre han d'adoptar les mesures de disseny i/o control necessàries per complir els requisits tècnics, que es recullen en aquest annex. Tots aquests requisits s'han de complir en el punt de connexió del mòdul de generació d'electricitat amb la xarxa del gestor de xarxa pertinent.

Els requisits tècnics relacionats amb els valors de les variables del sistema elèctric no s'han d'entendre com a valors d'ajust de les proteccions de les instal·lacions, sinó com les capacitats tècniques mínimes exigides, tant en règim permanent com en règim pertorbat. En el cas d'instal·lacions que disposin de capacitat tècnica per suportar valors de les variables del sistema elèctric més extrems i duradors que els mínims requerits en aquest annex, els ajustos de proteccions han d'estar basats en les característiques de la instal·lació, evitant ajustos en els esmentats valors mínims.

Si un mòdul de generació d'electricitat connectat a la xarxa de distribució està equipat amb les proteccions necessàries per a la detecció de funcionament en illa sobre la xarxa receptora, aquestes proteccions s'han de coordinar amb el que estableix aquest annex per a forats de tensió, sobretensions, variacions de la freqüència i derivada de la freqüència, de manera que es garanteixi que no es produirà la desconexió del mòdul de generació d'electricitat dins dels rangs de funcionament definits en aquest annex.

El gestor de xarxa pertinent, en coordinació amb l'operador del sistema, ha de comunicar prèviament i pot requerir abans o després de la posada en servei d'un mòdul de generació d'electricitat la modificació, en funció de l'evolució de les necessitats del sistema elèctric, dels valors de funcionament dels paràmetres dels diferents sistemes de control que es descriuen en aquest annex, dins dels seus corresponents rangs establerts.

Per a això, el propietari d'un mòdul de generació d'electricitat tipus C i D disposa de dos mesos, posteriors al requeriment o a la posada en servei, el que es produeixi més tard, per implantar les modificacions en els paràmetres esmentats. En el cas de mòduls de generació d'electricitat del tipus A i B, el termini és superior, i es determina en funció de les circumstàncies que determinin la necessitat del reajustament, considerant el volum de generació afectat. En tots els casos, el propietari del mòdul de generació d'electricitat o el seu representant han de notificar la implementació d'aquests canvis al gestor de xarxa pertinent i a l'operador del sistema, abans del termini estipulat.

1. Requisits de freqüència

1.1 Rang de freqüència. Els mòduls de generació d'electricitat del tipus A, B, C o D han de ser capaços de romandre connectats a la xarxa i funcionar dins dels rangs de freqüència i períodes de temps especificats a la taula 1.

Taula 1. Períodes de temps mínims durant els quals un mòdul de generació d'electricitat ha de ser capaç de funcionar a diferents valors de freqüència, desviant-se del valor nominal, sense desconnectar-se de la xarxa

Zona	Rang de freqüències	Període de temps de funcionament
Espanya peninsular	47,5 hz-48,5 Hz	30 minuts
	48,5 hz-49,0 Hz	Il·limitat
	49,0 hz-51,0 Hz	Il·limitat
	51,0 hz-51,5Hz	30 minuts

En relació amb les variacions combinades de freqüència i tensió, els rangs de freqüència indicats a la taula 1 es modifiquen en funció de la tensió, d'acord amb les figures 1 i 2, les quals indiquen, dins de cada rang combinat freqüència-tensió, el temps mínim que un mòdul de generació d'electricitat ha de romandre connectat a la xarxa.

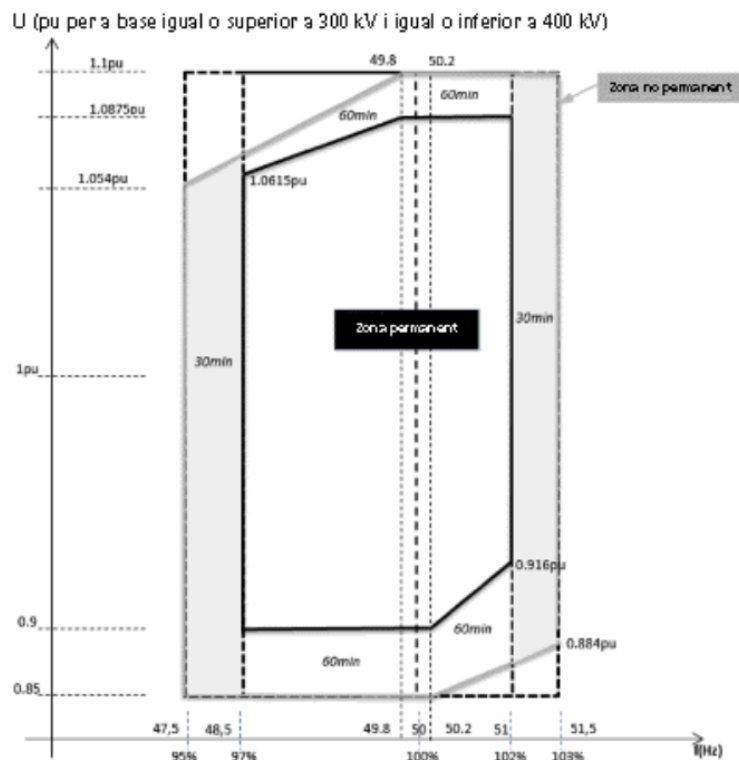


Figura 1. Períodes de temps mínims durant els quals un mòdul de generació d'electricitat ha de ser capaç de funcionar sense desconnectar-se de la xarxa, per a diferents valors combinats de freqüència i tensió, en cas que la tensió nominal del punt de connexió sigui igual o superior a 300 kV i igual o inferior a 400 kV.

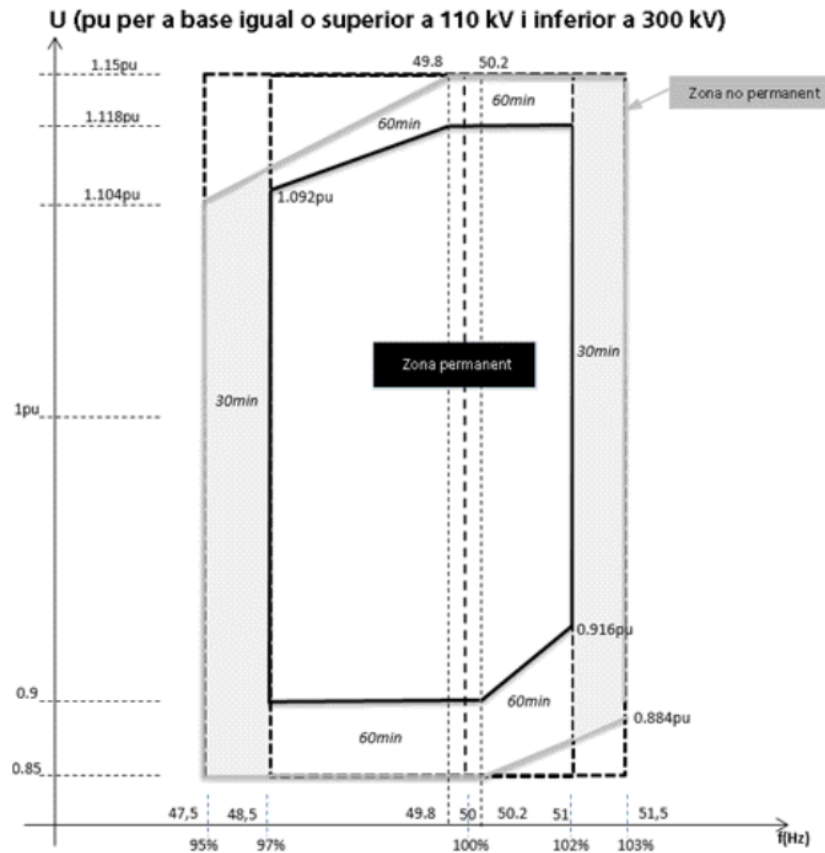


Figura 2. Períodes de temps mínims durant els quals un mòdul de generació d'electricitat ha de ser capaç de funcionar sense desconectar-se de la xarxa a diferents valors combinats de freqüència i tensió, en cas que la tensió nominal del punt de connexió sigui igual o superior a 110 kV i inferior a 300 kV.

1.2 Capacitat de suportar derivades temporals de la freqüència. Els mòduls de generació d'electricitat del tipus A, B, C i D han de ser capaços de romandre connectats a la xarxa i de funcionar amb derivades de freqüència de fins a 2 Hz/s, mesurades en una finestra temporal mòbil de 500 ms.

En cas que el gestor de xarxa pertinent vulgui establir esquemes anti-illa basats en derivada de freqüència, és necessària la coordinació amb l'operador del sistema de manera que els ajustos d'aquesta protecció no interfereixin amb les derivades de freqüència que es puguin arribar a donar en el sistema.

Així, en el cas que hi hagi derivades de freqüència superiors a 2 Hz/s, que indiquen que la incidència és local, es permet que el gestor de xarxa pertinent pugui reduir el marge d'actuació de les proteccions per evitar la formació d'illes.

En casos justificats, i prèvia conformitat per part de l'operador del sistema, el gestor de xarxa pertinent pot reduir el valor de 2 Hz/s.

1.3 Mode regulació potència-freqüència limitat a sobrefreqüència. En relació amb el mode regulació potència-freqüència limitat a sobrefreqüència (MRPFL-O), els mòduls de generació d'electricitat del tipus A, B, C o D han de ser capaços d'activar el subministrament de reserves de regulació potència-freqüència d'acord amb la figura 1 de l'article 13.2.a) del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, mentre la seva potència activa estigui per damunt del seu nivell mínim de regulació.

Tret de comunicació específica de l'operador del sistema, els paràmetres ajustables de l'MRPFL-O són els següents:

- Llindar d'activació Δf_1 igual a 0,2 (50,2 – 50) Hz.
- Estatisme s_2 igual al 5%.

En cas que el mòdul de generació d'electricitat sigui de tipus C o D, la característica estàtica de la resposta de l'MRPFL-O, definida en el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, s'ha d'acumular sobre la corresponent característica estàtica de la resposta de la manera de regulació potència-freqüència (MRPF), a què es refereix l'apartat 1.8 d'aquest annex.

Per al mode MRPFL-O, la velocitat de resposta requerida en potència activa depèn de les característiques i capacitats tècniques de les diferents tecnologies del mòdul de generació d'electricitat.

La resposta es caracteritza mitjançant les variables següents:

- Δf : desviament de la freqüència f respecte de 50 Hz ($\Delta f = f - 50$).
- ΔP : desviament de la potència P respecte de la potència prèvia a la pertorbació P_0 ($\Delta P = P - P_0$).

Per la seva banda, la velocitat de resposta es caracteritza mitjançant els temps següents (vegeu figura 3):

– Temps de retard inicial (t_a): és el temps d'activació de la resposta, que ha de ser el més baix possible, tenint en compte que:

- Si és superior a 2 s, d'acord amb el que estableix el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, ha d'aportar a l'operador del sistema proves tècniques que ho justifiquin.
- En el cas de mòduls de parc elèctric de tipus C o D ha de ser inferior o igual al temps d'activació de la resposta en potència establert per al mode MRPF.

– Temps de resposta (t_r): temps per assolir el 90% de la resposta esperada ΔP davant un desviament de freqüència Δf .

– Temps d'establiment (t_e): temps perquè la resposta romangui dins d'una banda d'error inferior al $\pm 5\%$ de la resposta esperada ΔP davant un desviament de freqüència Δf .

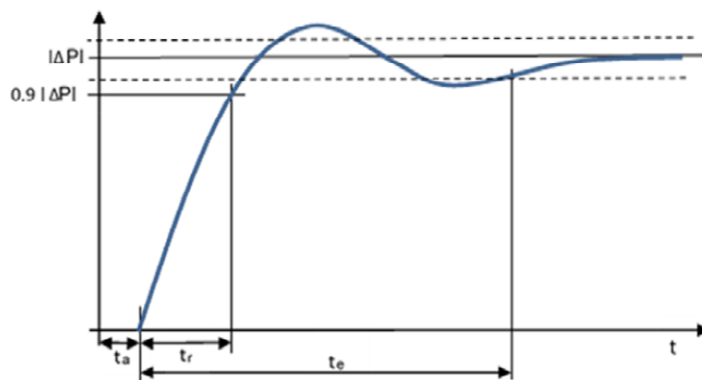


Figura 3. Exemple de resposta en potència que il·lustra els temps t_a , t_r , i t_e .

En el cas de reduccions de potència activa durant la pujada de freqüència amb l'MRPFL-O activat:

– El temps de resposta (t_r) ha de ser:

• Per a mòduls de generació síncrons: inferior o igual a 8 segons (s) per a una variació de potència activa de fins al 45% de la potència màxima. No obstant això, depenent de les limitacions físiques de l'aprofitament (hidroelèctrica, bombament, etc.) i limitacions tecnològiques justificades (motors a gas o turbines de gas, entre d'altres), es poden acordar temps de resposta superiors amb l'operador del sistema.

• Per a mòduls de parc elèctric: inferior o igual a 2 s per a una variació de potència activa de fins al 50% de la potència màxima.

- El temps d'establiment (t_e) ha de ser:
 - Per a mòduls de generació síncrona: inferior o igual a 30 s.
 - Per a mòduls de parc elèctric: inferior o igual a 20 s.

En el cas d'augment de potència activa durant la baixada de freqüència amb l'MRPFL-O activat:

- El temps de resposta (t_r) ha de ser:
 - Per a mòduls de generació síncrons: inferior o igual a 5 minuts per a una variació de potència activa de fins al 20% de la potència màxima. Aquest comportament lent no serà acceptable en cas que el sentit de la variació de freqüència hagi revertit pocs segons abans, cas en què s'esperen temps de resposta similars al cas de reducció de potència activa.
 - Per a mòduls de parc elèctric no eòlics: inferior o igual a 10 s per a una variació de potència activa de fins al 50% de la potència màxima.
 - Per a mòduls de parc elèctric eòlics: inferior o igual a 5 s per a una variació de potència activa de fins al 20% de la potència màxima si la potència està per damunt del 50% de la potència màxima. Per a potències per sota del 50% de la potència màxima, el temps de resposta ha de ser tan baix com tècnicament sigui possible, si bé s'ha de justificar a l'operador del sistema si supera els 5 s.

- El temps d'establiment (t_e) ha de ser:
 - Per a mòduls de generació síncrona: inferior o igual a 6 minuts. Aquest comportament lent no serà acceptable en cas que el sentit de la variació de freqüència hagi revertit pocs segons abans, cas en què s'esperen temps de resposta similars al cas de reducció de potència activa.
 - Per a mòduls de parc elèctric: inferior o igual a 30 s.

Per a canvis de potència activa a pujar o baixar superiors als valors establerts anteriorment, el temps de resposta i d'establiment han de ser tan baixos com tècnicament sigui possible.

1.4 Reducció de la capacitat màxima amb la caiguda de la freqüència. Els mòduls de generació d'electricitat síncrons del tipus A, B, C o D, la tecnologia dels quals utilitzi turbines de gas o motors de gas poden reduir la seva capacitat màxima sempre que no se superi el pendent de la característica especificada a la figura 4, i s'eviti, en conseqüència, la zona ratllada.

Pel que fa a les condicions ambientals de referència i als efectes de la supervisió de conformitat d'aquest requisit, s'ha de considerar una temperatura de 25 °C.

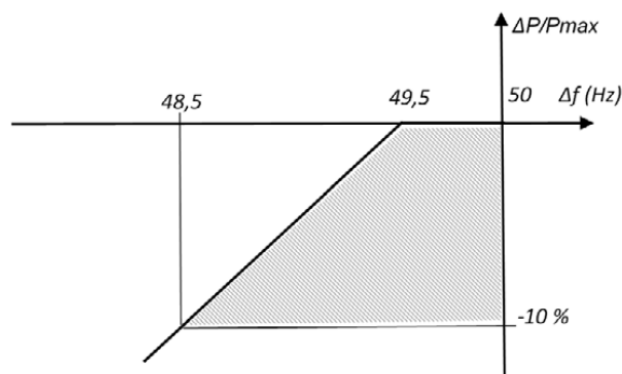


Figura 4. Característica de reducció màxima admissible de la capacitat màxima (%) del mòdul de generació d'electricitat síncron en funció de la freqüència (Hz).

1.5 Connexió automàtica a la xarxa. En els casos en què un mòdul de generació d'electricitat del tipus A, B o C tingui capacitat de connexió automàtica, ha de tenir les capacitats tècniques que li permetin establir:

- Un interval de freqüència de permissibilitat de connexió dins del rang de freqüències que estableix l'apartat 1.1.
- Una rampa limitant de pujada de potència.

La connexió automàtica no s'ha de confondre amb la «reconnexió automàtica» després d'una pertorbació.

1.6 Capacitat i rang de control de la potència activa. La velocitat de resposta d'un mòdul de generació d'electricitat de tipus B, C o D per assolir una nova consigna de potència activa establerta per l'operador del sistema és la corresponent al temps mínim necessari que li permeti la seva tecnologia i la disponibilitat del recurs primari.

No obstant això, en el cas de mòduls de generació d'electricitat síncrons de tipus C i D connectats a la xarxa de distribució, el temps per ajustar una consigna de potència activa no ha de superar en cap cas els 15 minuts.

Per la seva banda, els mòduls de generació d'electricitat de tipus B han de ser capaços d'aturar la sortida de potència activa en un termini de 5 segons, des de la recepció de la instrucció, o de reduir la sortida de potència activa en els temps indicats en aquest apartat per al control de potència.

En el cas de mòduls de parc elèctric, el temps màxim per assolir la nova consigna de potència activa és de 3 minuts.

No obstant això, els mòduls de parc elèctric de tipus C o D han de ser capaços d'aturar la sortida de potència activa en un temps màxim d'1 minut, en el cas de la tecnologia fotovoltaica, i de 2 minuts, en el cas de la tecnologia eòlica.

Els requisits dels mòduls de generació d'electricitat de tipus A, B, C o D per poder portar a terme la detenció o reducció de la potència o ajust de la consigna de potència activa es regeixen per la normativa que reguli l'aplicació nacional de la directriu sobre la gestió de la xarxa de transport d'electricitat i, si s'escau, pel procediment d'operació que regula l'intercanvi d'informació amb l'operador del sistema.

Així mateix, s'estableix una tolerància en potència del $\pm 5\%$ per donar per finalitzada la modificació en el temps requerit.

1.7 Mode regulació potència-freqüència limitat a subfreqüència. En relació amb el mode regulació potència-freqüència limitat a subfreqüència (MRPFL-U), els mòduls de generació d'electricitat del tipus C o D han de ser capaços d'activar el subministrament de reserves de regulació potència-freqüència, d'acord amb la figura 4 del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016.

Tret de comunicació específica de l'operador del sistema, els paràmetres ajustables de l'MRPFL-U són els següents:

- a) Llindar d'activació Δf_1 igual a -0.2 Hz (49,8-50) Hz.
- b) Estatisme s_2 igual al 5%.

La característica estàtica de la resposta d'aquest mode, definida en el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, s'ha d'acumular sobre la corresponent característica estàtica de la resposta del mode MRPF, a què es refereix l'apartat 1.8 d'aquest annex.

La resposta es caracteritza mitjançant les variables següents:

- a) Δf : desviament de la freqüència f respecte de 50 Hz ($\Delta f = f - 50$).
- b) ΔP : desviament de la potència P respecte de la potència prèvia a la pertorbació P_0 ($\Delta P = P - P_0$).

Per a l'MRPFL-U, la velocitat de resposta requerida en potència activa depèn de les característiques i capacitats tècniques de les diferents tecnologies del mòdul de generació d'electricitat.

Per la seva banda, la velocitat de resposta es caracteritza mitjançant els temps següents (vegeu figura 3):

a) Temps de retard inicial (t_a): és el temps d'activació de la resposta, que ha de ser el mínim possible tenint en compte que:

– Si és superior a 2 segons, d'acord amb el que estableix el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, s'ha d'aportar a l'operador del sistema proves tècniques que ho justifiquin.

– En el cas de mòduls de parc elèctric, ha de ser inferior o igual al temps d'activació de la resposta en potència establert per al mode MRPF, ja que aquest defineix la capacitat tècnica al respecte de l'activació de la resposta en potència de la qual disposa el mòdul de parc elèctric.

b) Temps de resposta (t_r): temps per assolir el 90% de la resposta esperada ΔP davant un desviament de freqüència Δf .

c) Temps d'establiment (t_e): temps perquè la resposta romangui dins d'una banda d'error inferior al $\pm 5\%$ de la resposta esperada ΔP davant un desviament de freqüència Δf .

En el cas d'augment de potència activa durant la baixada de freqüència amb l'MRPFL-U activat:

a) El temps de resposta (t_r) ha de ser:

i) Per a mòduls de generació síncrons: inferior o igual a 5 minuts per a una variació de potència activa de fins al 20% de la potència màxima. Aquest comportament lent no serà acceptable en cas que el sentit de la variació de freqüència hagi revertit pocs segons abans, cas en què s'esperen temps de resposta similars al cas de reducció de potència activa.

ii) Per a mòduls de parc elèctric no eòlics: inferior o igual a 10 s per a una variació de potència activa de fins al 50% de la potència màxima.

iii) Per a mòduls de parc elèctric eòlics: inferior o igual a 5 s per a una variació de potència activa de fins al 20% de la potència màxima, si la potència està per damunt del 50% de la potència màxima. Per a potències per sota del 50% de la potència màxima, el temps de resposta ha de ser tan baix com tècnicament sigui possible. No obstant això, s'ha de justificar a l'operador del sistema si supera els 5 s.

b) El temps d'establiment (t_e) ha de ser:

i) Per a mòduls de generació síncrona: inferior o igual a 6 minuts. Aquest comportament lent no serà acceptable en cas que el sentit de la variació de freqüència hagi revertit pocs segons abans, cas en què s'esperen temps de resposta similars al cas de reducció de potència activa.

ii) Per a mòduls de parc elèctric: inferior o igual a 30 s.

En el cas de reduccions de potència activa durant la pujada de freqüència amb l'MRPFL-U activat:

a) El temps de resposta (t_r) ha de ser:

i) Per a mòduls de generació síncrons: inferior o igual a 8 s per a una variació de potència activa de fins al 45% de la potència màxima. No obstant això, depenent de les limitacions físiques de l'aprofitament (hidroelèctrica, bombament, entre d'altres) i limitacions tecnològiques justificades (motors de gas, turbines de gas, entre d'altres) es poden acordar temps de resposta superior amb l'operador del sistema.

ii) Per a mòduls de parc elèctric: inferior o igual a 2 s, per a una variació de potència activa de fins al 50% de la potència màxima.

- b) El temps d'establiment (t_e) ha de ser:
- i) Per a mòduls de generació síncrona: inferior o igual a 30 s.
 - ii) Per a mòduls de parc elèctric: inferior o igual a 20 s.

Per a canvis de potència activa a pujar o baixar superiors als valors anteriorment establerts, el temps de resposta i d'establiment han de ser tan baixos com tècnicament sigui possible.

1.8 Mode de regulació potència-freqüència (MRPF). En relació amb la manera de regulació potència-freqüència (MRPF), els mòduls de generació d'electricitat de tipus C o D han de ser capaços d'activar el subministrament de reserves de regulació potència-freqüència, d'acord amb el que especifica sobre això el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016. Sobre això, les característiques estàtiques de les respostes dels modes MRPF-L-O i MRPF-L-U s'acumulen, si s'escau, a la característica estàtica de la resposta d'aquest mode MRPF.

Tret d'indicació en contra de l'operador del sistema, els paràmetres ajustables de l'MRPF són els següents:

- a) Interval de potència activa en relació amb la capacitat màxima $|\Delta P_1|/P_{\max}$ igual al 8%.
- b) Insensibilitat de resposta amb la variació de freqüència $|\Delta f_1|$ igual a 10 mHz.
- c) Banda morta de resposta amb la variació de freqüència igual a 0 mHz.
- d) Estatisme s_1 igual al 5%.

En relació amb els temps demora i d'activació total de la resposta requerida per l'MRPF, s'ha de complir amb el que especifica sobre això el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, de conformitat amb els paràmetres següents:

- a) Interval de potència activa en relació amb la capacitat màxima, $|\Delta P_1|/P_{\max}$, (interval de resposta en freqüència) igual al 8%.
- b) Demora inicial màxima admissible, t_1 , ha de ser igual a:
 - i) 2 s, en el cas dels mòduls de generació d'electricitat amb inèrcia o emulació d'inèrcia.
 - ii) 500 ms, en el cas dels mòduls de generació d'electricitat sense inèrcia ni emulació d'inèrcia.
- c) Selecció màxima admissible del temps d'activació total, t_2 , ha de ser de 30 s, llevat que l'operador del sistema permeti temps d'activació més llargs per motius d'estabilitat del sistema.

El mòdul de generació d'electricitat ha de ser capaç d'activar completament el subministrament de reserves de regulació potència-freqüència durant almenys 15 minuts, si la font primària d'energia ho permet.

D'acord amb els paràmetres abans establerts (paràmetres per defecte), l'acumulació de les característiques estàtiques de les respostes dels modes MRPF-L-O, MRPF-L-U i MRPF es tradueix en una característica estàtica potència-freqüència contínua com la representada a la figura 5:

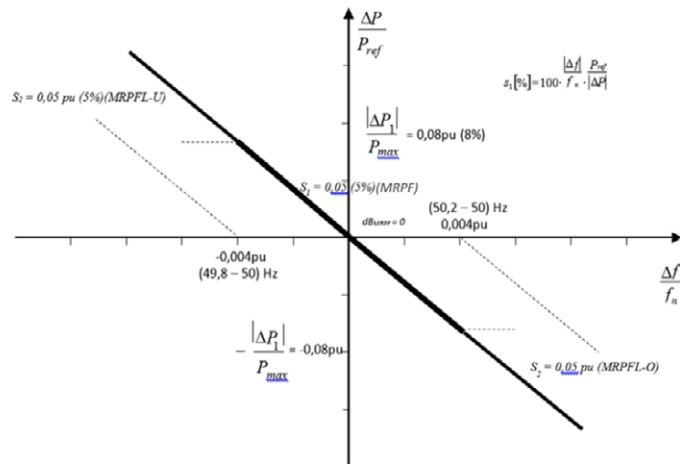


Figura 5. Característica estàtica potència-freqüència contínua resultat d'acumular les característiques estàtiques dels modes MRPFL-O, MRPFL-U i MRPFL.

Adicionalment al que especifica quant a la monitorització en temps real de l'MRPF el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, el mòdul de generació d'electricitat ha d'estar capacitat per rebre en temps real de l'operador del sistema i implementar consignes de potència en reserva a pujar i a baixar mínimes garantides, que podrien ser diferents. En el cas de mòduls de parc elèctric, les consignes de banda a pujar i baixar s'han de respectar en la quantia que permeti la diferència entre el recurs primari disponible i el nivell mínim de regulació.

La sol·licitud per part de l'operador del sistema de reserva de potència a pujar als mòduls de parcs elèctric s'ha de fer de conformitat amb el que estableixen els procediments d'operació corresponents i, en tot cas, sota la premissa de reduir les necessitats d'abocaments del conjunt del sistema i evitar sobrecostos innecessaris als mòduls de parc elèctric i/o al sistema.

1.9 Emulació d'inèrcia. En el supòsit que un mòdul de parc elèctric de tipus C o D pugui aportar emulació d'inèrcia voluntàriament, aquesta ha de consistir en un control continu que ha de produir increments o decrements de potència activa proporcionals a la derivada temporal de freqüència en el punt de connexió a la xarxa. El sistema de control ha de complir els requisits següents:

- Ha de respondre d'acord amb un guany derivatiu, K_d , ajustable, almenys, entre 0 (control fora de servei) i 15 segons (valors per unitat en base màquina).
- En tot moment ha d'estar capacitat per augmentar o disminuir la potència activa injectada a la xarxa en un valor ΔP_{\max} des del valor previ a la pertorbació (potència activa de referència P_o). El valor ΔP_{\max} pot ser ajustable entre 0 (control fora de servei) i el 10% de la capacitat màxima del mòdul.
- La velocitat de resposta ha de ser de manera que, en 150 ms, la instal·lació pugui augmentar o disminuir la potència activa en, almenys, un valor del 10% de la capacitat màxima del mòdul.
- Ha de ser capaç de subministrar una energia equivalent al 10% de la capacitat màxima del mòdul durant 8 segons.
- La banda d'insensibilitat de la mesura de la freqüència no ha de ser superior a ± 10 mHz.
- Ha de ser capaç d'inhibir-se dins d'una banda morta voluntària en freqüència entre 0 i ± 500 mHz.
- Ha de ser capaç d'ajustar una banda morta voluntària en la derivada de la freqüència entre 0 i $\pm 0,5$ Hz/s.
- No ha de contribuir negativament a l'amortiment de les oscil·lacions de potència del sistema elèctric.

El propietari d'un mòdul de parc elèctric pot proposar un control d'emulació d'inèrcia diferent de l'especificat en aquest apartat que, en tot cas, ha de ser aprovat per l'operador del sistema.

2. Requisits de tensió

2.1 Requisits de tensió dels mòduls de generació d'electricitat.

2.1.1 Rang de tensió per a mòduls de generació d'electricitat tipus D. En relació amb els rangs de tensió, un mòdul de generació d'electricitat de tipus D ha de ser capaç de romandre connectat a la xarxa i de funcionar dins dels rangs de tensió, en el punt de connexió, expressats en valors unitaris respecte a la base i durant els períodes de temps especificats a la taula 2 i taula 3.

Taula 2. Períodes de temps mínims durant els quals el mòdul de generació d'electricitat tipus D ha de ser capaç de funcionar per a tensions que es desviïn del valor de referència 1 pu en el punt de connexió sense desconnectar-se de la xarxa en què la base de tensió per als valors pu estigui entre 110 kV (inclusivament) i 300 kV

Rang de tensió	Període de temps de funcionament
0,85 pu-0,90 pu	60 minuts
0,90 pu-1,118 pu	Il·limitat
1,118 pu-1,15 pu	60 minuts

Taula 3. Períodes de temps mínims durant els quals el mòdul de generació d'electricitat tipus D ha de ser capaç de funcionar, per a tensions que es desviïn del valor de referència 1 pu en el punt de connexió, sense desconnectar-se de la xarxa en què la base de tensió per als valors pu estigui entre 300 kV i 400 kV (tots dos extrems inclosos)

Rang de tensió	Període de temps de funcionament
0,85 pu-0,90 pu	60 minuts
0,90 pu-1,0875 pu	Il·limitat
1,0875 pu-1,10 pu	60 minuts

En els casos de sobretensió i subfreqüència simultànies o subtensió i sobrefreqüència simultànies, els mòduls de generació d'electricitat es poden acollir al que estableix l'apartat 1.1 d'aquest annex, pel que fa a les variacions combinades de freqüència i tensió.

Sense perjudici d'això, en el cas de mòduls de generació d'electricitat tipus D connectats en xarxa de distribució radial a tensió inferior a 110 kV, les condicions i els ajustos per a la desconnexió d'aquests mòduls són els que recull la taula 4. No obstant això, amb la finalitat de garantir la seguretat de la xarxa, el gestor de la xarxa de distribució té potestat per definir temps de desconnexió diferents, en coordinació amb el gestor de la xarxa de transport, en funció de les característiques del punt de connexió o atenent situacions de xarxa no previstes en el moment de la connexió per l'evolució a futur de les característiques de la xarxa, sempre que no suposin un redimensionament no previst en el mòdul de generació d'electricitat.

Taula 4. Condicions i ajustos per a desconexió automàtica de mòduls de generació d'electricitat tipus D connectats en xarxa de distribució radial a tensió inferior a 110 kV

Llindar de tensió	Temps de desconexió
<0,85 pu	1,5 segons
1,10-1,15 pu	1 segon
>1,15 pu	0,2 segons

2.1.2 Mòduls de generació d'electricitat B i C connectats en xarxa de distribució radial. En el cas de mòduls de generació d'electricitat de tipus B o C connectats en xarxa de distribució radial a tensió inferior a 110 kV, les condicions i els ajustos per a la desconexió d'aquests mòduls són els que recull la taula 5.

Taula 5. Condicions i ajustos per a desconexió automàtica de mòduls de generació d'electricitat tipus B o C connectats en xarxa de distribució radial a tensió inferior a 110 kV

Llindar de tensió	Temps de desconexió
<0,85 pu	1,5 segons
1,10-1,15 pu	1 segon
>1,15 pu	0,2 segons

No obstant això, amb la finalitat de garantir la seguretat de la xarxa, el gestor de la xarxa de distribució té potestat per definir temps de desconexió diferents, en coordinació amb l'operador del sistema, en funció de les característiques del punt de connexió o atenent situacions de xarxa no previstes en el moment de la connexió per l'evolució a futur de les característiques de la xarxa, sempre que no suposin un redimensionament no previst en el mòdul de generació d'electricitat.

2.2 Requisits de tensió dels mòduls de generació d'electricitat síncrons.

2.2.1 Capacitat de potència reactiva.

2.2.1.1 Mòduls de generació d'electricitat síncrons tipus D. Amb caràcter general, els mòduls de generació d'electricitat síncrons tipus D han de compensar tota l'energia reactiva, ja sigui generada o absorbida, des de la seva instal·lació fins al punt de connexió. No obstant això, amb caràcter excepcional el titular i el gestor de la xarxa pertinent poden acordar condicions diferents.

La capacitat de potència reactiva dels mòduls de generació síncrons tipus D a la seva capacitat màxima (P_{max}) ha de ser de manera que, dins del rang de tensió $0,95 \leq V \leq 1,05$ pu, aquests han de disposar de la capacitat tècnica per generar i absorbir potència reactiva (Q) dins d'un rang mínim obligatori, de manera que modificaran la seva producció/absorció de potència reactiva dins dels límits marcats amb línia contínua en el diagrama U-Q/ P_{max} de la figura 6.

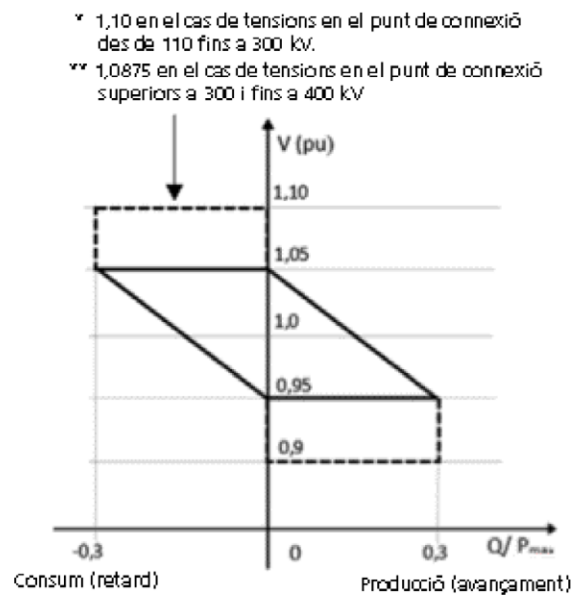


Figura 6. Diagrama U-Q/ P_{max} d'un mòdul de generació d'electricitat síncron tipus D en situació $P=P_{max}$.

L'aportació de la potència reactiva ha d'estar disponible tant en règim permanent com en règim pertorbat, i s'ha de portar a terme mitjançant un control de tensió a consigna de tensió en el punt de connexió, de manera que el punt d'operació del mòdul de generació d'electricitat síncron estigui governat per un sistema de regulació automàtica de tensió «AVR» (Automatic Voltage Regulator).

Adicionalment, els mòduls de generació d'electricitat síncrons han d'aportar potència reactiva en tot el rang de tensió en el qual es requereix que els mòduls esmentats funcionin durant un temps il·limitat, d'acord amb el que estableix l'apartat 2.1. En concret, la capacitat per subministrar potència reactiva dins d'aquests rangs de tensió és la que apareix representada en les extensions de traços discontinus del diagrama U-Q/ P_{max} de la figura 6. Aquesta capacitat addicional es pot donar en temps de resposta de fins a 1 minut.

En cas que el mòdul de generació d'electricitat síncron disposi d'un canviador de preses en càrrega per proporcionar l'aportació d'aquesta potència reactiva, s'accepta que les extensions del diagrama U-Q/ P_{max} representades a la figura 6 amb línies a traços es refereixin a la capacitat de potència reactiva amb el canviador de preses en la presa habitual. Per tant, es consideren acceptables els moviments de l'esmentat diagrama U-Q/ P_{max} derivats de la variació de les preses en càrrega, sense perjudici que el mòdul de generació d'electricitat síncron ha d'adequar la presa del transformador mentre la tensió del punt de connexió estigui fora del rang $0,95 \leq V \leq 1,05$ pu per proporcionar la potència reactiva adequada en el punt de connexió. Aquesta capacitat derivada de l'ús del canviador de preses en càrrega es pot donar en temps de resposta de fins a 1 minut.

En relació amb la capacitat de potència reactiva per sota de la capacitat màxima, cal atènyer-se al que disposa l'article 18 del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016.

2.2.1.2 Mòduls de generació d'electricitat síncrons tipus B o C. Als mòduls de generació d'electricitat síncrons de tipus B o C els són aplicables els mateixos requisits que recull l'apartat 2.2.1.1 per als mòduls de generació síncrons de tipus D, excepte en cas que la capacitat màxima sigui inferior a 15 megawatts (MW), cas en què poden disposar únicament de la capacitat tècnica per generar i absorbir potència reactiva dins dels límits marcats amb línia contínua en el diagrama U-Q/ P_{max} de la figura 7.

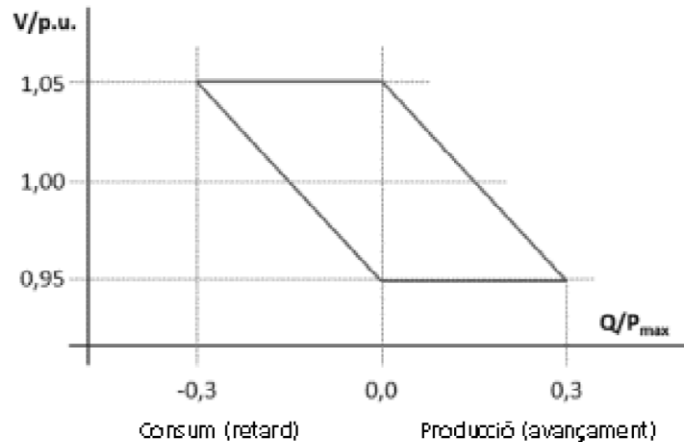


Figura 7. Diagrama U-Q/P_{max} d'un mòdul de generació d'electricitat síncron tipus B o C quan P_{max} < 15MW.

2.2.2 Funció estabilitzadora de potència (PSS). Els mòduls de generació d'electricitat síncrons de tipus D han d'incorporar un estabilitzador de sistemes de potència (Power System Stabilizer - PSS) si la seva capacitat màxima és superior a 50 MW, el qual ha d'estar ajustat per esmorteir oscil·lacions interàrees, almenys, a partir de 0,1 Hz.

2.3 Requisits de tensió dels mòduls de parc elèctric.

2.3.1 Control d'injecció ràpida de corrent. Els mòduls de parc elèctric de tipus B, C o D han de ser capaços de gestionar la injecció ràpida de corrent mitjançant un sistema de control continu durant el règim pertorbat. Als efectes d'aquest sistema de control, s'han de prendre en consideració les variables següents:

a) Error de la tensió de seqüència directa en el punt de connexió (ΔU_1): diferència entre el valor eficaç de la tensió de seqüència directa prèvia a la pertorbació U_{1i} (pu) i el valor eficaç de la tensió de seqüència directa en cada moment U_1 (pu), és a dir, $\Delta U_1 = U_{1i} - U_1$.

b) Error de la tensió de seqüència inversa en el punt de connexió (ΔU_2): error de la tensió de seqüència inversa en el punt de connexió, corresponent a la diferència entre el valor eficaç de la tensió de seqüència inversa prèvia a la pertorbació U_{2i} (pu) i el valor eficaç de la tensió de seqüència inversa en cada moment U_2 (pu), és a dir, $\Delta U_2 = U_{2i} - U_2$.

c) Canvi abrupte: desviament del valor eficaç (mesurat en una finestra mòbil d'un cicle) de la tensió en el punt de connexió, almenys, del 5% de la mitjana en els 50 cicles previs a la pertorbació en alguna de les fases.

d) V_{min} : per a mòduls de parc elèctric connectats a tensions iguals o superiors a 110 kV, és la mínima tensió admissible considerada en els rangs de tensió i temps mínims que ha de suportar sense desconnectar establerts a l'apartat 2.1.1 (pu). A la resta de casos, es considera per defecte 0,85 pu, però aquest valor pot ser modificat pel gestor de la xarxa de distribució, en coordinació amb l'operador del sistema.

e) V_{max} : per a mòduls de parc elèctric connectats a tensions iguals o superiors a 110 kV, és la màxima tensió admissible considerada en els rangs de tensió i temps mínims que ha de suportar sense desconnectar establerts a l'apartat 2.1.1 (pu). A la resta de casos, es considera per defecte 1,15 pu, però aquest valor pot ser modificat pel gestor de la xarxa de distribució, en coordinació amb l'operador del sistema.

Els mòduls de parc elèctric han de ser capaços d'activar la injecció/absorció ràpida de corrent i gestionar-la mitjançant un sistema de control continu durant el règim pertorbat que ha de complir amb els requisits següents:

- a) Es pot deshabilitar a petició del gestor de la xarxa pertinent en coordinació amb l'operador del sistema.
- b) Ha de disposar d'una capacitat d'injecció de corrent aparent per fase que, com a mínim, sigui igual al corrent nominal.
- c) S'ha d'activar quan es produeixi una pertorbació de tensió que compleixi qualsevol de les condicions següents:
- i) La tensió eficaç en el punt de connexió U (pu) surti del rang $V_{\min} \leq U \leq V_{\max}$ pu en alguna de les fases.
- ii) El canvi abrupte de tensió en el punt de connexió sigui superior a 0,1 pu. Aquest valor ha de ser parametrizable entre 0,05 i 0,15 pu, a petició del gestor de la xarxa pertinent en coordinació amb l'operador del sistema.
- d) Ha de romandre actiu fins que es compleixin simultàniament les condicions següents, si bé no s'exigeix l'activitat més de 30 segons si la capacitat tèrmica de la màquina no ho permet:
- i) La tensió eficaç en el punt de connexió U torna al rang $V_{\min} \leq U \leq V_{\max}$ pu en totes les fases.
- ii) Han transcorregut 5 segons des de l'inici de la pertorbació. Aquest temps es pot ajustar a valors inferiors, a petició del gestor de la xarxa pertinent en coordinació amb l'operador del sistema.
- e) Reinicia el compte anterior de 5 segons si, mentre està actiu, es tornen a complir alguna de les condicions d'activació a què es refereix l'apartat c), sempre que la capacitat tèrmica de la màquina ho permeti.
- f) Després de la desactivació de la injecció/absorció ràpida de corrent, el mòdul de parc elèctric ha de retornar al règim de funcionament previ a la pertorbació. Si, posteriorment, es tornen a donar les condicions a què es refereix l'apartat c), el mòdul s'ha de tornar a activar.

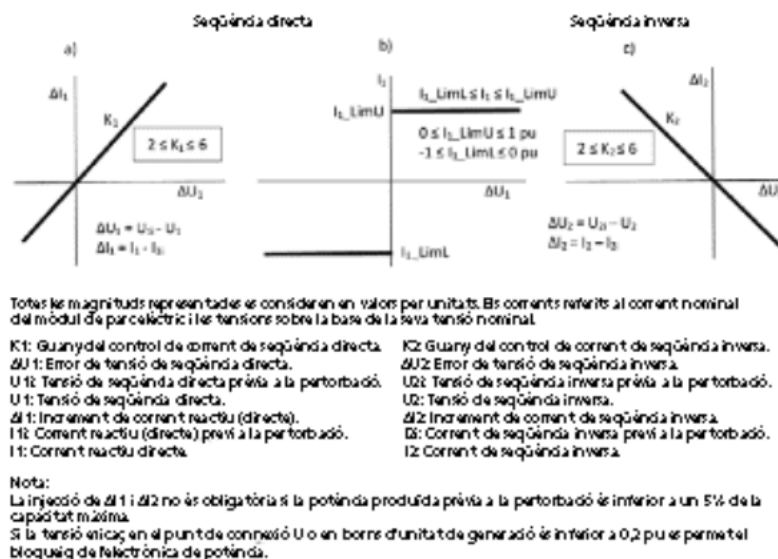


Figura 8.a) Injecció/absorció de corrent reactiu (seqüència directa) addicional requerit «ΔI₁» en funció de l'error de la tensió de seqüència directa ΔU₁; b) Limitació de la injecció/absorció de corrent reactiu «I₁» total i; c) Injecció/absorció de corrent de seqüència inversa addicional requerit en funció de l'error de la tensió de seqüència inversa ΔU₂.

En cas de faltes, el mòdul de parc elèctric ha d'injectar/absorbir el corrent de seqüència directa, quan es tracti d'una falta equilibrada, i els corrents de seqüència directa i inversa, quan sigui desequilibrada, d'acord amb el que s'indica a continuació:

a) Per al corrent de seqüència directa, el mòdul de parc elèctric ha d'injectar/absorbir en funció de l'error de tensió de seqüència directa ΔU_1 , mitjançant un control proporcional continu, un corrent reactiu, ΔI_1 (pu), d'acord amb la figura 8.a) de manera incremental al corrent reactiu previ a la pertorbació, I_{1i} (pu).

Adicionalment, ha de complir el següent:

i) El component de corrent reactiu total, I_1 , resultant del compliment acumulat d'aquest control, ΔI_1 , més el component de corrent reactiu previ a la pertorbació, I_{1i} , ha de respectar les saturacions indicades a la figura 8 b) definides mitjançant les línies horitzontals I_{1_limU} i I_{1_limL} . Les línies de saturació horitzontals han de complir el següent:

- I_{1_limU} s'ha de poder parametritzar des de 0 fins a 1 pu.
- I_{1_limL} s'ha de poder parametritzar des de -1 pu fins a 0.
- S'han d'establir amb els valors per defecte $I_{1_limU} = 0,9$ pu i $I_{1_limL} = -0,9$ pu.

ii) Adicionalment al component de corrent reactiu total I_1 , resultat del compliment acumulat del requisit d'injecció de corrent reactiu ΔI_1 més el component de corrent reactiu previ a la pertorbació I_{1i} , el mòdul de parc elèctric ha d'injectar component de corrent actiu fins a assolir el corrent nominal del mòdul de parc elèctric sempre que el recurs primari ho permeti. Per al component actiu del corrent, la velocitat de resposta ha de ser la més ràpida tècnicament factible, i és desitjable la mateixa velocitat de resposta que l'exigida per al component reactiu.

iii) Si el gestor de la xarxa pertinent, en coordinació amb l'operador del sistema, no ha establert una limitació per a les línies de saturació I_{1_limU} o I_{1_limL} amb valors absoluts inferiors al valor per defecte de 0,9 pu i el mòdul de parc elèctric disposa de capacitat de corrent per damunt del nominal, el mòdul de parc elèctric podria complir els requisits per excés injectant (o absorbint, si s'escau) més component de corrent reactiu del requerit, respectant el component de corrent actiu requerit.

b) Per al corrent de seqüència inversa, el mòdul de parc elèctric ha d'injectar/absorbir en funció de l'error de tensió de seqüència inversa ΔU_2 , mitjançant un control proporcional continu, un corrent de seqüència inversa, ΔI_2 (pu), d'acord amb la figura 8 c) de forma incremental al corrent de seqüència inversa previ a la pertorbació, I_{2i} (pu) a l'esmentada figura 8 c). En el cas dels mòduls de parc elèctric eòlics amb tecnologia de generació doblement alimentada, la resposta de corrent seqüència inversa és el natural de la tecnologia (en magnitud i constants de temps pròpies dels impulsos inicials de corrent reactiu), sense que això eximeixi els esmentats mòduls de contribuir amb el component de seqüència directa especificada a l'apartat a) durant la falta desequilibrada.

El signe de la injecció del ΔI_2 (pu) és el corresponent a l'equivalent del comportament natural d'un generador síncron davant el mateix error de tensió de seqüència inversa ΔU_2 .

Si el gestor de la xarxa pertinent, en coordinació amb l'operador del sistema, ha establert una limitació per a les línies de saturació I_{1_limU} o I_{1_limL} amb valors absoluts inferiors al valor per defecte de 0,9 pu, llavors, en el cas de pertorbacions desequilibrades, aquestes limitacions s'entén que són aplicables al corrent per fase total degut als components de seqüència directa i inversa, en cas contrari, no s'aplica cap limitació. En el cas dels mòduls de parc elèctric amb tecnologia de generació doblement alimentada, s'entén que la limitació només és aplicable al corrent de seqüència directa.

El valor dels mòduls dels guanys del control de la injecció de corrent ràpid ha de poder ser ajustable entre 2 i 6 pu, si bé el valor per defecte de tots dos ha de ser de 3,5 pu, tret d'indicació expressa del gestor de la xarxa pertinent en coordinació amb l'operador del sistema.

No es permet l'existència de bandes mortes en el control. En cas que n'hi hagi, han de ser parametritzades amb un valor de 0 pu.

El mòdul de parc elèctric ha de ser capaç d'injectar el corrent requerit, com a mínim, en els temps que s'indiquen a continuació (vegeu figura 9), sempre que no hi hagi condició de bloqueig de l'electrònica de potència:

- El retard de l'inici (t_i) de la injecció/absorció de corrent ha de ser com a màxim 20 ms.
- El temps de resposta (t_r) des de l'inici de la injecció/absorció de corrent fins que assolix el 90% de la resposta requerida corresponent a l'esglaió en l'error de la tensió ha de ser tal que es compleixi que $t_i + t_r \leq 50$ ms.
- El temps d'establiment (t_e) des de l'inici de la injecció/absorció de corrent fins que la resposta roman a la banda $+20\%$ i -10% al voltant de la resposta requerida ha de ser com a màxim de 60 ms.

No obstant això, a petició del gestor de xarxa pertinent, en coordinació amb l'operador del sistema, es poden sol·licitar temps de resposta (t_r) de fins a 300 ms, ajustables en esglaons de 30 ms, i temps d'establiment (t_e) de fins a 600 ms ajustables en esglaons de 60 ms.

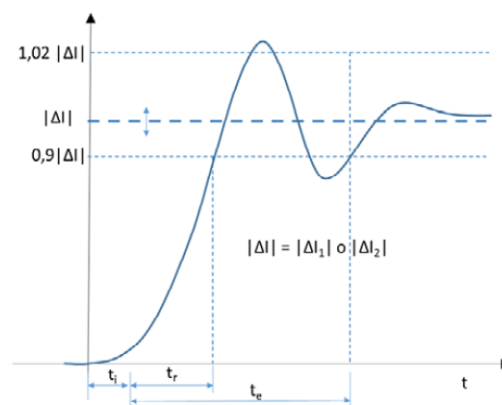


Figura 9. Exemple que il·lustra els temps de resposta.

D'acord amb el que estableix l'article 20.2.b) del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, el mòdul de parc elèctric pot optar per implementar aquest control mesurant les variacions de tensió en els terminals de les unitats de generació d'electricitat (UGE) constituents del mòdul de parc elèctric i injectant ràpidament un corrent en els terminals d'aquestes unitats.

2.3.2 Capacitat de potència reactiva.

2.3.2.1. Mòduls de parc elèctric tipus D. La capacitat de potència reactiva es requereix en el punt de connexió, en conseqüència, i amb caràcter general, els mòduls de parc elèctric tipus D han de compensar tota l'energia reactiva, ja sigui generada o absorbida, des de la seva instal·lació fins al punt de connexió. No obstant això, amb caràcter excepcional, el titular i el gestor de xarxa pertinent poden acordar condicions diferents.

Es distingeixen dues situacions en relació amb la capacitat de potència reactiva d'un mòdul de parc elèctric tipus D:

- Capacitat de potència reactiva a la seva capacitat màxima (P_{max}). La capacitat de potència reactiva del mòdul de parc elèctric ha de ser tal que, dins del rang de tensió $0,95 \leq V \leq 1,05$ pu, han de disposar de capacitat tècnica per generar i absorbir potència reactiva (Q) dins d'un rang mínim obligatori de manera que modifiquin la seva producció/absorció de potència reactiva dins dels límits marcats amb línia contínua en el diagrama U-Q/ P_{max} de la figura 10.

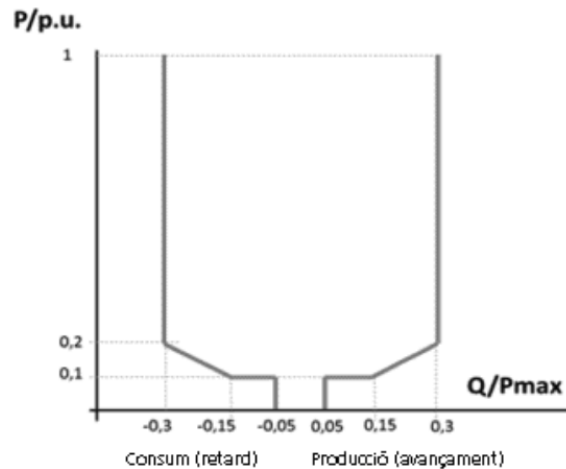


Figura 11. Perfil $P-Q/P_{\max}$ d'un mòdul de parc elèctric tipus D.

Per a rangs d'operació en què el mòdul de parc elèctric estigui injectant potència reactiva entre 0,2 i 0,3 de la capacitat màxima, d'acord amb la figura 11, es permeten temps de resposta de fins a 1 minut, i no és necessari complir la velocitat de resposta indicada a l'apartat 2.3.3.

2.3.2.2 Mòduls de parc elèctric tipus B o C. Als mòduls de parc elèctric de tipus B o C els és aplicable tot el que requereix als mòduls de parc elèctric de tipus D l'apartat 2.3.2.1, excepte en cas que la capacitat màxima sigui inferior a 15 MW, cas en què poden disposar únicament de la capacitat tècnica per generar i absorbir potència reactiva (Q) dins dels límits marcats amb línia contínua en el diagrama $U-Q/P_{\max}$ de la figura 12.

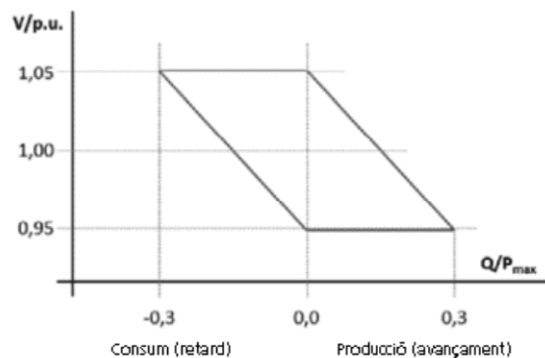


Figura 12. Diagrama $U-Q/P_{\max}$ d'un mòdul de parc elèctric tipus B o C en situació quan $P_{\max} < 15$ MW.

2.3.3 Modes de control de potència reactiva. Tret d'indicació en contra del gestor de la xarxa pertinent en coordinació amb l'operador del sistema, el control de tensió dels mòduls de parc elèctric de tipus B, C o D s'ha de configurar per defecte amb els paràmetres⁽¹⁾ següents:

- El pendent s'ha d'ajustar en el 2%.
- S'ha d'operar sense banda morta. No obstant això, s'accepta una banda d'insensibilitat inferior o igual al $\pm 0,2\%$ de la tensió nominal.
- El temps t_1 ha de ser d'1 segon i t_2 de 5 segons.

(1). Paràmetres definits a l'article 21.3.d. del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016.

En el cas dels mòduls de parc elèctric tipus B, els modes de control de potència reactiva són els mateixos que els aplicables als tipus C i D, i que estan definits a l'article 21.3.d) del Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016.

El mode de control de potència reactiva del mòdul de parc elèctric ha de tenir capacitat tècnica per recuperar la resposta de potència reactiva consignada després d'un canvi sobtat en les condicions del nus de connexió a la xarxa, en un temps inferior a 1 minut amb la precisió que especifica el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016.

Així mateix, el mode de control de factor de potència del mòdul de parc elèctric ha de tenir capacitat tècnica per recuperar la resposta del factor potència de consigna en un temps inferior a 1 minut després d'un canvi sobtat en la potència activa o en el valor de la tensió, dins dels rangs de capacitat de potència reactiva requerits. La precisió ha de ser tal que el valor de l'error absolut de la potència reactiva sigui inferior al 5% de la capacitat màxima de potència reactiva del mòdul de generació.

Amb la finalitat que les actualitzacions de les consignes de tensió, de potència reactiva o de factor de potència, si s'escau, no interfereixin amb les dinàmiques de moviment dels canviadors de preses, s'ha de tenir en compte el següent:

a) El gestor de la xarxa pertinent en coordinació amb l'operador del sistema no ha d'actualitzar les tensions de consigna del punt de connexió a la xarxa amb temps tan ràpids que puguin provocar interferències.

b) Si el mòdul de parc elèctric fa algun tipus de translació de la tensió de consigna a terminals d'unitats de generació, s'ha de fer sense que s'ocasioni cap tipus d'oscil·lació ni inestabilitat.

El gestor de la xarxa pertinent, en coordinació amb l'operador del sistema, pot modificar els paràmetres establerts en aquest apartat, sempre que es mantingui dins dels rangs que estipula el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016.

2.3.4 Prioritat de la potència activa i reactiva. Les sortides de tots els controls que gestionin la potència activa (o component actiu del corrent) i les sortides de tots els controls que gestionin la potència reactiva (o component reactiu del corrent) dels mòduls de parc elèctric de tipus A, B, C o D, estan subjectes a les següents regles de prioritat:

a) Dins del rang de tensions en el punt de connexió definit com $V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$, tenen prioritat les sortides dels controls que gestionin la potència activa (o component actiu del corrent). No obstant això, les sortides dels controls que gestionin la potència reactiva (o component reactiu del corrent) s'han de respectar mentre el mòdul de parc elèctric no assoleixi la seva potència aparent màxima o el seu corrent aparent nominal.

b) Fora del rang de tensions en el punt de connexió definit com $V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$, tenen prioritat les sortides dels controls que gestionin la potència reactiva (o component reactiu del corrent). No obstant això, les sortides dels controls que gestionin la potència activa (o component actiu del corrent) s'han de respectar mentre el recurs primari ho permeti i el mòdul de parc elèctric no assoleixi la seva potència aparent nominal o el seu corrent aparent nominal.

Als efectes d'aplicació d'aquest requisit es defineixen les variables següents:

a) V_{\max} , es correspon amb la màxima tensió admissible següent:

i) En el cas de mòduls de parc elèctric de tipus D, la màxima tensió considerada en els rangs de tensió i temps mínims que ha de suportar sense desconnectar indicada a l'apartat 2.1.1.

ii) En el cas de mòduls de parc elèctric de tipus A, B o C, la màxima tensió admissible considerada dins dels rangs normals de funcionament establerts pel gestor de xarxa pertinent.

b) V_{\min} , es correspon amb la tensió més baixa admissible següent:

i) En el cas de mòduls de parc elèctric de tipus D, la tensió més baixa considerada en els rangs de tensió i temps mínims que ha de suportar sense desconnectar indicada a l'apartat 2.1.1.

ii) En el cas de mòduls de parc elèctric de tipus A, B o C, la tensió més baixa admissible considerada dins dels rangs normals de funcionament establerts pel gestor de xarxa pertinent.

2.3.5 Amortiment de les oscil·lacions de potència. Els mòduls de parc elèctric de tipus C o D poden tenir la capacitat de contribuir a l'amortiment de les oscil·lacions de potència. Si s'escau, el principi de funcionament i els ajustos i paràmetres del control s'han d'acordar entre l'operador del sistema i el propietari del mòdul de parc elèctric.

En cas de no contribuir a l'amortiment de les oscil·lacions de potència, el disseny de tots els seus controls ha de ser tal que no contribueixin a desamortir les oscil·lacions de potència existents en el punt de connexió entre 0,1 Hz i 1,5 Hz.

2.3.6 Capacitat per limitar la generació de sobretensions transitòries. Els mòduls de parc elèctric de tipus C o D i de tecnologia diferent de l'eòlica doblement alimentada han de limitar la generació de sobretensions transitòries durant el seu funcionament tot el que l'estat de l'art permeti. A aquest efecte, el mòdul de parc elèctric ha de tenir la capacitat tècnica d'aplicar el bloqueig de l'electrònica de potència o tècnica similar, de manera que no s'injecti corrent aparent o es controli convenientment el seu component reactiu en menys de 5 ms, un cop la mesura del valor eficaç de la tensió del punt de connexió o en els terminals de les unitats de generació superi 1,2 pu i s'estigui injectant corrent reactiu. En el cas de sobretensió després de l'eliminació del defecte, el bloqueig, o la tècnica similar aplicada, s'ha de fer en un temps màxim de 30 ms després de l'eliminació de la falta si està injectant corrent reactiu. Aquesta capacitat ha d'estar activa per defecte llevat d'indicació en contra de l'operador del sistema.

D'altra banda, els mòduls de parc elèctric de tipus B, C o D que siguin de tecnologia diferent de l'eòlica doblement alimentada han de complir els límits de sobretensions màximes admissibles establerts a l'apartat 4.7.5. de la ITC-RAT 09 del Reglament aprovat mitjançant el Reial decret 337/2014, de 9 de maig, pel qual s'aproven el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en instal·lacions elèctriques d'alta tensió.

El mòdul de parc elèctric de tipus A de tecnologia diferent de l'eòlica doblement alimentada no ha de generar sobretensions en el punt de connexió de la xarxa complint amb els límits indicats a la taula 6.

Taula 6. Sobretensions màximes admissibles entre fases en funció de la durada de la sobretensió en el cas de mòduls de parc elèctric de tipus A

Durada, t , de la tensió (s)	Valor admissible de la sobretensió instantània (% U_n pic)
0,0002	280
0,0006	218
0,002	178
0,006	145
0,02	129
0,06	120
0,2	120
0,6	120

2.4 Requisits de tensió dels mòduls de parc elèctric en alta mar. Als mòduls de parc elèctric en alta mar connectats en corrent altern a la xarxa de transport o distribució els són

aplicables els mateixos requisits de tensió establerts per als mòduls de parc elèctric en terra connectats a la xarxa de transport o distribució.

3. Requisits de robustesa

3.1 Requisits de robustesa dels mòduls de generació d'electricitat.

3.1.1 Capacitat per suportar forats de tensió en cas de faltes equilibrades. Els perfils de tensió mínims en funció del temps que han de ser capaços de suportar els mòduls de generació d'electricitat són els que s'indiquen a continuació. En tots els casos, els perfils representen el límit inferior de la tensió en el punt de connexió, i expressen el seu valor real respecte al seu valor de referència 1 pu, abans, durant i després d'una falta.

a) Mòduls de generació d'electricitat síncrons de tipus B, C o D connectats per sota del nivell de tensió de 110 kV. El perfil de tensió en funció del temps és el que indica la figura 13.

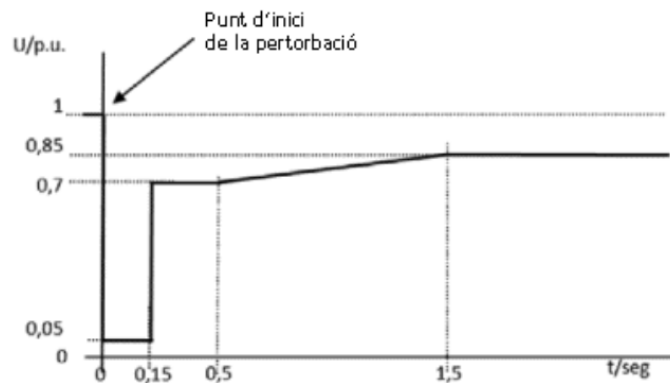


Figura 13. Perfil de la capacitat per suportar forats de tensió d'un mòdul de generació d'electricitat síncron de tipus B, C o D connectat a una tensió inferior a 110 kV.

b) Mòduls de parc elèctric de tipus B, C o D connectats per sota del nivell de tensió de 110 kV. El perfil de tensió en funció del temps és el que indica la figura 14.

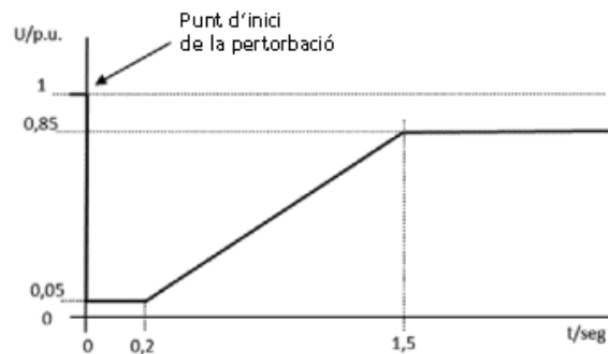


Figura 14. Perfil de la capacitat per suportar forats de tensió d'un mòdul de parc elèctric de tipus B, C o D connectat a una tensió inferior a 110 kV.

c) Mòduls de generació d'electricitat síncrons de tipus D connectats a una tensió igual o superior 110 kV. El perfil de tensió en funció del temps és el que indica la figura 15.

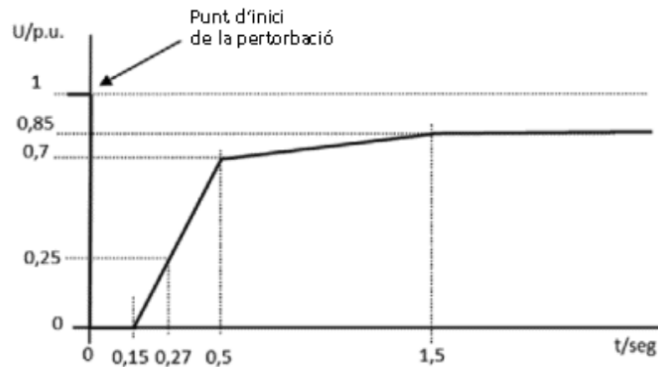


Figura 15. Perfil de la capacitat per suportar forats de tensió d'un mòdul de generació d'electricitat síncron de tipus D connectat a una tensió igual o superior a 110 kV.

d) Mòduls de parc elèctric de tipus D connectats a una tensió igual o superior a 110 kV. El perfil de tensió en funció del temps és el que indica la figura 16.

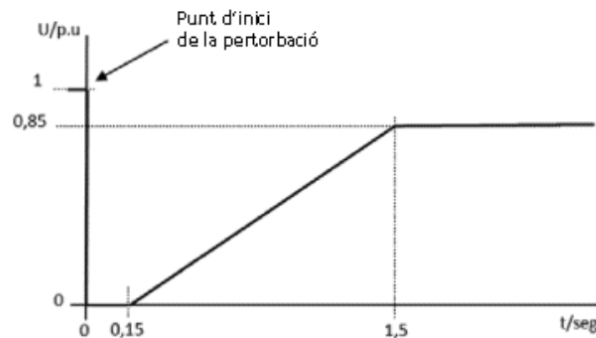


Figura 16. Perfil de la capacitat per suportar forats de tensió d'un mòdul de parc elèctric de tipus D connectat a una tensió igual o superior a 110 kV.

Les condicions prèvies i posteriors a les faltes a tenir en compte en relació amb la capacitat de suportar forats de tensió són les següents, tret d'especificació diferent a la Norma tècnica de supervisió aplicable:

- a) La potència de curtcircuit prèvia i posterior a la falta:
 - i) Per a mòduls de generació d'electricitat de tipus B o C: 5 vegades la seva capacitat màxima.
 - ii) Per a mòduls de parc elèctric de tipus D: 5 vegades la seva capacitat màxima.
 - iii) Per a mòduls de generació elèctrica síncrons de tipus D: el 80% de la potència de curtcircuit mínima prevista en el punt de connexió a la xarxa.
- b) El punt de funcionament considerat és el següent:
 - i) Potència activa igual a la capacitat màxima del mòdul de generació d'electricitat.
 - ii) Potència reactiva igual a la màxima capacitat d'absorció de potència reactiva requerida a la capacitat màxima de potència activa d'acord amb el que estableix l'apartat 2.2.1, en el cas de mòduls de generació elèctrica síncrons, o l'apartat 2.3.2, en el cas de mòduls de parc elèctric.
 - iii) La tensió es correspon amb el mínim valor per al qual es requereixi la màxima capacitat d'absorció de potència reactiva de conformitat amb el que estableix l'apartat 2.2.1, en el cas de mòduls de generació elèctrica síncrons, o l'apartat 2.3.2, en el cas de mòduls de parc elèctric.

3.1.2 Capacitat per suportar forats de tensió en cas de faltes desequilibrades. En relació amb la capacitat dels mòduls de generació d'electricitat de tipus B, C o D per suportar forats de tensió en cas de faltes desequilibrades s'aplica el següent:

- a) En el cas de curtcircuits bifàsics a terra o monofàsics, s'aplica el perfil corresponent de la capacitat per suportar forats de tensió per a faltes equilibrades a la més petita de les tensions fase-fase o fase-terra.
- b) En el cas de curtcircuits bifàsics aïllats de terra, s'aplica el perfil corresponent de la capacitat per suportar forats de tensió per a faltes equilibrades a la més petita de les tensions fase-fase.
- c) En cas que la xarxa a la qual es connecta el mòdul de generació d'electricitat disposi de neutre, es pot utilitzar com a referència aquest neutre en lloc de la terra als efectes del present requisit.

3.1.3 Bloqueig de l'electrònica de potència durant faltes. Per tal de facilitar el compliment de la capacitat per suportar forats de tensió pels mòduls de parc elèctric de tipus B, C o D, s'aplica el següent:

a) Per a tensions en el punt de connexió o dels terminals de les unitats de generació (fase-terra o fase-fase, segons el que sigui aplicable als efectes del perfil de la capacitat per suportar forats de tensió en funció del tipus de falta) inferiors a 0,2 pu es permet el bloqueig en l'electrònica de potència, i es pot deixar a zero el corrent aparent injectat a la xarxa, tenint en compte que:

- i) el bloqueig en l'electrònica de potència s'ha d'eliminar abans de transcorreguts 100 ms, un cop la tensió corresponent superi el valor de 0,2 pu.
- ii) si el mòdul de generació d'electricitat i les seves unitats de generació constituents disposen de més capacitat tècnica i poden així evitar el bloqueig o aplicar-lo a tensions inferiors a 0,2 pu, s'ha de comunicar al gestor de xarxa pertinent en els tràmits d'accés a la xarxa. En el cas de mòduls de parc elèctric amb connexió a la xarxa de distribució, aquesta informació la pot sol·licitar l'operador del sistema al gestor de xarxa pertinent.

b) En cas que la xarxa a la qual es connecta el mòdul de generació d'electricitat disposi de neutre, es pot utilitzar com a referència aquest neutre en lloc de la terra.

A requeriment del gestor de la xarxa pertinent en coordinació amb l'operador del sistema, el mòdul de parc elèctric ha de tenir la capacitat d'aplicar el bloqueig de l'electrònica de potència o tècnica similar, de manera que no s'injecti corrent aparent o es controli convenientment el seu component reactiu en menys de 5 ms si la mesura del valor eficaç de la tensió del punt de connexió o dels terminals de les unitats de generació baixa del llindar que se li requereixi. En aquest cas, el llindar de tensió a sol·licitar, si s'escau, ha de ser superior o igual a 0,2 pu. Per a la mesura del valor eficaç de la tensió es permet un temps de fins a 30 ms. En el cas de la tecnologia doblement alimentada, es permet que durant el bloqueig el corrent no sigui nul.

Un cop la tensió superi el llindar anterior esmentat, s'ha d'eliminar el bloqueig de l'electrònica de potència o tècnica similar abans de transcorreguts 100 ms.

3.2 Requisits de robustesa dels mòduls de generació d'electricitat síncrons.

3.2.1 Capacitat per contribuir a la recuperació de la potència activa després d'una falta. Els mòduls de generació d'electricitat síncrons dels tipus B, C o D han de recuperar la potència activa prèvia a la pertorbació tan aviat com sigui possible, per tal de mantenir l'estabilitat del sistema. En aquest sentit, no s'aplica cap llei o estratègia de comportament que comporti una disminució o retard de la resposta en potència del mòdul de generació d'electricitat síncron durant la pertorbació. No es consideren sobre això les actuacions d'emergència encaminades a evitar una condició de pèrdua de sincronisme i la desconnexió del mòdul.

Com a límit màxim, en les corresponents condicions de xarxa, prèvia i posterior a la falta, establertes per a la capacitat de suportar forats de tensió, la recuperació de la potència activa ha de complir les condicions següents:

a) si la tensió residual en el punt de connexió no baixa de 0,5 pu, el mòdul de generació d'electricitat síncron ha d'assolir el 95% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 1 segon un cop la tensió assoleixi o superi 0,85 pu i el 100% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 2 segons addicionals.

b) si la tensió residual en el punt de connexió baixa de 0,5 pu però no baixa de 0,2 pu, el mòdul de generació d'electricitat síncron ha d'assolir el 95% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 2 segons un cop la tensió assoleixi o superi 0,85 pu, i el 100% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 2 segons addicionals.

c) si la tensió residual en el punt de connexió baixa de 0,2 pu, el mòdul de generació d'electricitat síncron ha d'assolir el 95% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 3 segons un cop la tensió assoleixi o superi 0,85 pu, i el 100% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 2 segons addicionals.

Si no es compleix el requisit a causa que la tensió no es recuperi amb la suficient rapidesa, llavors el mòdul de generació d'electricitat síncron ha d'estar lliurant almenys el corrent nominal.

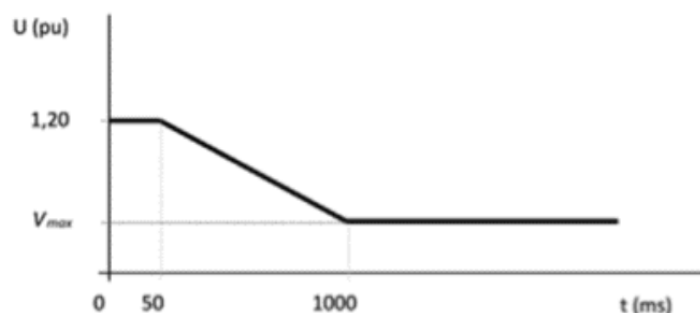
Als efectes del compliment d'aquest requisit, en cas que la resposta en potència activa sigui oscil·lant, s'ha de considerar la línia de tendència del component no oscil·latòria de la potència activa després de l'eliminació de la falta. L'oscil·lació ha de presentar un amortiment superior al 10%.

3.2.2 Capacitat per suportar salts angulars. El mòdul de generació d'electricitat síncron tipus A, B, C o D ha d'estar capacitat per suportar sense desconexió el tancament de les línies de la xarxa amb una diferència angular entre pols de l'interruptor de la línia de 30° i, ocasionalment, de fins a 35°.

3.2.3 Capacitat per suportar sobretensions transitòries. Els mòduls de generació d'electricitat síncrons tipus D connectats a la xarxa de transport han de ser capaços de romandre connectats a la xarxa i seguir funcionant de manera estable davant sobretensions⁽²⁾, en una o en totes les fases, d'acord amb la figura 17.

Sobre això, i als efectes de la pertinent protecció de les instal·lacions, s'ha de tenir en compte que en el sistema elèctric podrien aparèixer sobretensions superiors a 1,20 pu.

(2) Tensió eficaç a terra en el punt de connexió



V_{max} : Màxima tensió admissible considerada en els rangs de tensió i temps mínims que ha de suportar sense desconectar que estableix l'apartat 2.1.

Figura 17. Temps mínims de sobretensions en el punt de connexió (tensió eficaç a terra en una o en totes les fases en valor unitari de la base de tensió del punt de connexió) que ha de ser capaç de suportar sense desconectar un mòdul de generació d'electricitat síncron tipus D connectat a la xarxa de transport.

Per la seva banda, els mòduls de generació d'electricitat síncrons dels tipus B, C o D no connectat en la xarxa de transport han de ser capaços de romandre connectats a la

xarxa i seguir funcionant de manera estable davant sobretensions temporals (tensió eficaç entre qualsevol parell de fases en el punt de connexió) d'acord amb la figura 18. Si la xarxa a la qual es connecta el mòdul de generació d'electricitat té neutre, també ha de ser capaç de romandre connectat davant sobretensions fase-neutre.

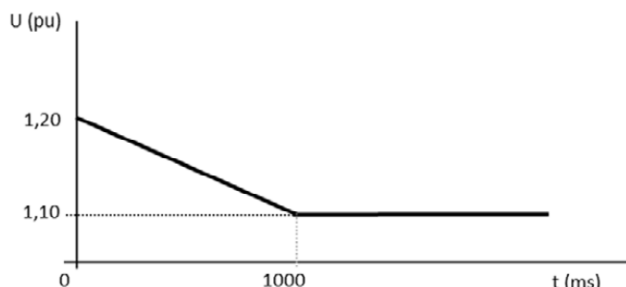


Figura 18. Temps mínims de sobretensions en el punt de connexió (tensió eficaç entre qualsevol parell de fases en valor unitari de la base de tensió del punt de connexió) que ha de ser capaç de suportar sense desconectar un mòdul de generació d'electricitat síncron dels tipus B, C o D no connectat en la xarxa de transport.

3.3 Requisits de robustesa dels mòduls de parc elèctric.

3.3.1 Capacitat per contribuir a la recuperació de la potència activa després d'una falta. Els mòduls de parc elèctric dels tipus B, C o D han de proporcionar la potència activa corresponent al compliment de la injecció de corrent actiu indicada en el desenvolupament del requisit d'injecció ràpida de corrent (apartat 2.3.1) en funció de la tensió existent en cada moment. El compliment d'aquest requisit s'ha de satisfer amb la mateixa velocitat de resposta exigida per al requisit d'injecció ràpida de corrent. Una vegada que la tensió assoleixi o superi 0,85 pu, la potència activa s'ha de recuperar tan aviat com sigui possible per tal de mantenir l'estabilitat del sistema.

La recuperació de la potència activa, en les corresponents condicions de xarxa, prèvia i posterior a la falta, establertes per a la capacitat de suportar forats de tensió, ha de complir les condicions que s'indiquen a continuació:

a) si la tensió residual en el punt de connexió no baixa de 0,5 pu, i el recurs primari ho permet, el mòdul de parc elèctric ha d'assolir el 95% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 1 segon un cop la tensió assoleixi o superi 0,85 pu, i el 100% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 2 segons addicionals.

b) si la tensió residual en el punt de connexió baixa de 0,5 pu, però no baixa de 0,2 pu, el mòdul de generació d'electricitat síncron ha d'assolir el 95% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 2 segons un cop la tensió assoleixi o superi 0,85 pu, i el 100% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 2 segons addicionals.

c) si la tensió residual en el punt de connexió baixa de 0,2 pu, el mòdul de parc elèctric ha d'assolir el 95% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 3 segons una vegada la tensió assoleixi o superi 0,85 pu, i el 100% de la potència prèvia a la pertorbació en un temps inferior a 2 segons addicionals.

Si no es compleix el requisit pel fet que la tensió no es recupera amb la suficient rapidesa, llavors el mòdul de parc elèctric ha d'estar lliurant, almenys, el corrent nominal.

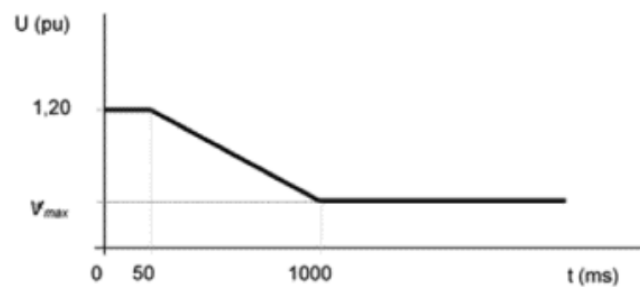
Als efectes de compliment d'aquest requisit, en cas que la resposta en potència activa sigui oscil·lant, s'ha de considerar la línia de tendència del component no oscil·latòria de la potència activa després de l'eliminació de la falta. Addicionalment, ha de presentar un amortiment superior al 10%.

3.3.2 Capacitat per suportar salts angulars. El mòdul de parc elèctric de tipus A, B, C o D ha de tenir capacitat per suportar, sense desconexió, salts angulars de fins a 20° en el punt de connexió a la xarxa derivats de les maniobres d'interruptors de la xarxa.

Adicionalment, un mòdul de parc elèctric connectat a la xarxa de distribució ha de suportar sense dany, i se n'ha de permetre la desconexió, la reconexió fora de sincronisme en previsió d'un reenganxament sense actuació de la protecció anti-illa.

3.3.3 Capacitat per suportar sobretensions transitòries. Els mòduls de parc elèctric de tipus D connectats a la xarxa de transport han de ser capaços de romandre connectats a la xarxa i seguir funcionant de manera estable davant sobretensions (tensió eficaç a terra en el punt de connexió), en una o en totes les fases, d'acord amb la figura 19.

Sobre això, i als efectes de la pertinent protecció de les instal·lacions, s'ha de tenir en compte que en el sistema elèctric podrien aparèixer sobretensions superiors a 1,20 pu.



(*) V_{max} : Màxima tensió admissible considerada en els rangs de tensió i temps mínims que ha de suportar sense desconectar en virtut del que estableix el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, o en cas que aquest no sigui aplicable, la màxima tensió admissible considerada dins dels rangs normals de funcionament.

Figura 19. Temps mínims de sobretensions en el punt de connexió (tensió eficaç a terra en una o en totes les fases en valor unitari de la base de tensió del punt de connexió) que ha de ser capaç de suportar sense desconectar un mòdul de parc elèctric tipus D connectat en la xarxa de transport r.

Per la seva banda, els mòduls de parc elèctric dels tipus B, C o D no connectat a la xarxa de transport han de ser capaços de romandre connectats a la xarxa i seguir funcionant de manera estable davant sobretensions temporals (tensió eficaç entre qualsevol parell de fases en el punt de connexió) d'acord amb la figura 20. Si la xarxa a la qual es connecta el mòdul de generació d'electricitat té neutre, també ha de ser capaç de romandre connectat davant sobretensions fase-neutre.

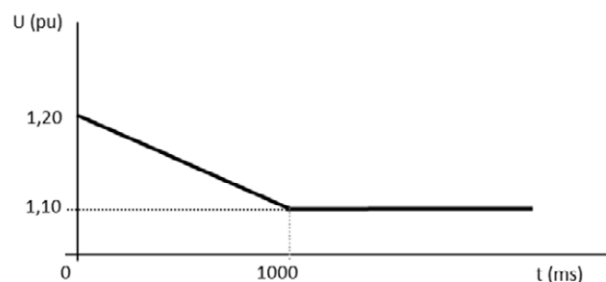


Figura 20. Temps mínims de sobretensions en el punt de connexió (tensió eficaç entre qualsevol parell de fases en valor unitari de la base de tensió del punt de connexió) que ha de ser capaç de suportar sense desconectar-se un mòdul de parc elèctric tipus B, C o D no connectat a la xarxa de transport.

Per tal de facilitar la capacitat per suportar sobretensions transitòries pels mòduls de parc elèctric, es permet el bloqueig en l'electrònica de potència o tècnica similar (es pot deixar a zero el corrent aparent injectat a la xarxa) per a tensions superiors a V_{max} en el punt de connexió i, a falta de més capacitat tècnica, també en elements interiors de la instal·lació. En relació amb això, un mòdul de parc elèctric ha de complir el següent:

a) el bloqueig en l'electrònica de potència s'ha d'eliminar abans de transcorreguts 100 ms un cop la tensió caigui per sota del valor V_{max} .

b) en cas que hi hagi un transformador intermedi amb canviador de preses en càrrega i la capacitat dels elements interiors de la instal·lació sigui tal que hagi de fer ús de la possibilitat de bloqueig de l'electrònica de potència per tensió en aquests elements, la gestió del canviador ha de ser de manera que minimitzi l'ús del bloqueig esmentat.

La capacitat tècnica de suportar sobretensions transitòries per part d'un mòdul de parc elèctric i de les seves unitats de generació constituents s'ha de comunicar al gestor de xarxa pertinent en els tràmits d'accés i connexió a la xarxa.

4. Requisits de restabliment

4.1 Capacitat tècnica de reconexió després de pertorbació. Un mòdul de generació d'electricitat de tipus B, C o D pot ser capaç de tornar a connectar-se a la xarxa després d'una desconexió accidental provocada per una pertorbació en la xarxa, amb les condicions següents:

- a) Freqüència dins del rang 47,5-51,5 Hz durant un temps ajustable.
- b) Tensió dins del rang establert pel gestor de xarxa pertinent:
 - i) Per a la xarxa de tensió superior o igual a 220 kV: el rang delimitat entre la mínima i la màxima tensió admissible considerada en els rangs de tensió i temps mínims que ha de suportar sense desconnectar que estableix l'apartat 2.1.
 - ii) Per a la xarxa de tensió inferior a 220 kV: els límits de tensió són 0,9 i 1,1 pu.
- c) Les instal·lacions s'han d'equipar amb un dispositiu que no permeti l'acoblament després de l'actuació del relé de sobrefreqüència, llevat que la freqüència estigui dins d'un rang parametrizable dins dels valors del rang anterior durant un temps ajustable.

L'autorització d'ús d'aquesta capacitat per part del mòdul de generació d'electricitat està regulada en el PO 1.6, que indica els rangs pràctics de freqüències, tensions i temps d'observació per a la permissibilitat de la reconexió, els quals poden ser més reduïts que els que s'exposen aquí a títol de capacitat tècnica.

4.2 Arrencada autònoma. El mòdul de generació d'electricitat de tipus C o D i amb capacitat d'arrencada autònoma ha de ser capaç de posar-se en marxa fins a una potència estable, des de la seva desconexió total sense subministrament d'energia elèctrica extern, en un temps inferior a 15 minuts.

4.3 Capacitat de resincronització ràpida. El temps de funcionament mínim del mòdul de generació d'electricitat de tipus C o D, després de canviar a operació sobre consums propis, ha de ser de 4 hores, si el recurs primari ho permet.

No obstant això, en casos concrets justificats, el gestor de xarxa pertinent en coordinació amb l'operador del sistema pot requerir un temps mínim superior.

5. Requisits de gestió del sistema

5.1 Intercanvi d'informació. Per als mòduls de generació d'electricitat de tipus A, B, C o D és aplicable el que recull el procediment d'operació que reguli la informació intercanviada per l'operador del sistema i, en tot cas, la normativa que sobre això s'aprovi per a l'intercanvi d'informació amb els gestors de la xarxa.

5.2 Models de simulació. Per als mòduls de generació d'electricitat de tipus C o D, la informació a aportar relativa als models de simulació, en compliment del que requereix el Reglament (UE) 2016/631, de 14 d'abril de 2016, queda complerta pel procediment d'operació que reguli la informació intercanviada per l'operador del sistema i, en tot cas, la normativa que sobre això s'aprovi per a l'intercanvi d'informació amb els gestors de xarxa.

5.3 Qualitat de producte. Els mòduls de generació d'electricitat de tipus D connectats a la xarxa de transport han de complir amb els paràmetres de qualitat de producte que estableix per a instal·lacions que es connecten a la xarxa de transport el procediment d'operació 12.2.

El mòdul de parc elèctric de tipus A ha de garantir que el corrent continu injectat no superi el 0,5% del corrent nominal.

5.4 Esquemes de proteccions i els seus ajustos. Sobre això, els mòduls de generació d'electricitat de tipus D connectats a la xarxa de transport han de complir el que estableix per a les instal·lacions connectades a la xarxa de transport el procediment d'operació 12.2.

Quant als mòduls de generació d'electricitat de tipus B, C i D no connectat a la xarxa de transport es distingeixen dos casos:

a) Mòduls de generació d'electricitat als quals els sigui aplicable el document «Criteris generals de protecció del sistema elèctric peninsular espanyol», aprovat per l'extinta Comissió Nacional d'Energia (actualment Comissió Nacional dels Mercats i la Competència).

En aquest cas, el sistema de protecció de la instal·lació d'enllaç i el mòdul de generació d'electricitat han de complir, almenys, amb el document esmentat. Així mateix, els mòduls de generació d'electricitat han de suportar sense danyar-se les faltes amb els seus corresponents temps d'eliminació, segons apareixen definides en el document esmentat.

b) Mòduls de generació d'electricitat als quals no els sigui aplicable el document «Criteris generals de protecció del sistema elèctric peninsular espanyol» esmentat.

En aquest cas, els sistemes de protecció dels mòduls de generació d'electricitat connectats a una tensió superior a 1 kV han de complir el que indica la ITC-RAT 09 del Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en instal·lacions elèctriques d'alta tensió o reglamentació específica en matèria de seguretat i protecció que li sigui aplicable.

Els mòduls de generació d'electricitat connectats a una tensió igual o inferior a 1 kV han de complir el que indiquen el Reial decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència, i la ITC-BT 40 del Reglament electrotècnic per a baixa tensió.

Els ajustos de protecció s'han de definir en la normativa tècnica de cada gestor de la xarxa de distribució atenent les característiques de la xarxa en el punt de connexió.

5.5 Criteris de detecció de pèrdua d'estabilitat angular o de pèrdua de control. Els propietaris de mòduls de generació d'electricitat de tipus C o D han de comunicar al gestor de la xarxa pertinent i a l'operador del sistema els criteris de pèrdua d'estabilitat. El gestor de la xarxa pertinent, en coordinació amb l'operador del sistema, ha d'analitzar i validar els esmentats criteris i els ajustos proposats, si és aplicable.

5.6 Instrumentació. En el cas de mòduls de generació d'electricitat de tipus C i D, l'activació de qualsevol relé de protecció ha de quedar registrada juntament amb l'oscil·lografia. El propietari del mòdul de generació d'electricitat té l'obligació de facilitar al gestor de xarxa pertinent el registre de faltes i l'oscil·lografia, a petició d'aquest.

5.7 Mode de connexió a terra del neutre dels transformadors elevadors. En relació amb la connexió a terra del neutre dels transformadors elevadors, els mòduls de generació d'electricitat de tipus D connectats a la xarxa de transport han de complir el que especifica el procediment d'operació 12.2.

Quant als mòduls de generació d'electricitat tipus C i D no connectat a la xarxa de transport, l'esquema de connexió no ha d'afectar el funcionament i l'operació de la xarxa. Per la seva banda, el tractament del neutre no ha d'aportar mai corrent de neutre davant faltes a terra en la xarxa a la qual està connectat, excepte indicació en contra del gestor de xarxa de distribució. Per això, el debanat d'alta dels transformadors d'acoblament a la xarxa dels mòduls de generació d'electricitat ha de ser preferentment en triangle o estrella sense connexió del neutre a terra, però amb aïllament complet i accessible.

5.8 Ajustos de dispositius de sincronització. En relació amb els ajustos dels dispositius de sincronització, els mòduls de generació d'electricitat de tipus D connectats a la xarxa de transport han de complir el que especifica sobre això el procediment d'operació 12.2.

5.9 Limitació a les rampes de pujada i baixada de la potència. Els mòduls de generació d'electricitat de tipus C o D han de tenir la capacitat d'aplicar limitacions al valor de les rampes de pujada o baixada de la producció. En qualsevol cas, sempre serien dins

del rang on disposen de capacitat tècnica de pujada i baixada de la potència d'acord amb el que estableix l'apartat 1.6 d'aquest annex i considerant la seva tecnologia i la disponibilitat del recurs primari en cada moment.

Aquestes limitacions a les rampes les ha d'establir el gestor de xarxa pertinent, en coordinació amb l'operador del sistema, en temps real, obeint un percentatge màxim de variació de la generació respecte a la capacitat màxima del mòdul de generació d'electricitat en un rang de 15 minuts.

Aquestes limitacions a les rampes de pujada i baixada no s'apliquen a les modificacions de potència derivades de l'actuació dels modes MRPF, MRPF-L-O i MRPF-L-U corresponents a les variacions de la freqüència.

ANNEX II

Requisits tècnics per a la connexió a la xarxa d'instal·lacions de demanda i distribució

1. *Requisits de freqüència*

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport, les instal·lacions de distribució connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució han de ser capaces de romandre connectades a la xarxa i funcionar, sense dany, dins dels rangs de freqüència i períodes de temps especificats a continuació:

Zona	Rang de freqüències	Període de temps de funcionament
Espanya peninsular	47,5 hz-48,5 Hz	30 minuts
	48,5 hz-49,0 Hz	II-limitat
	49,0 hz-51,0 Hz	II-limitat
	51,0 hz-51,5 Hz	30 minuts

No obstant això, en el cas d'instal·lacions de distribució connectades a la xarxa de transport i instal·lacions de consum connectades a la xarxa de transport, els rangs de freqüència indicats a la taula anterior es modifiquen en funció de la tensió, d'acord amb la figura 1 i la figura 2, les quals indiquen, dins de cada rang combinat freqüència-tensió, el temps mínim que la instal·lació ha de romandre connectada a la xarxa.

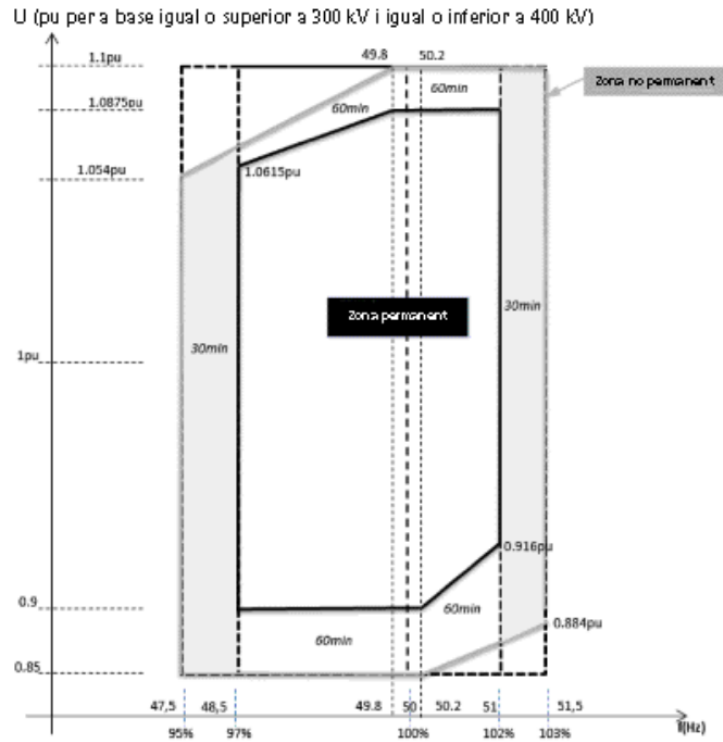


Figura 1. Valors combinats de tensió-freqüència que han de ser capaces de suportar les instal·lacions de distribució connectades a la xarxa de transport, en cas que la tensió nominal del punt de connexió sigui igual o superior a 300 kV i igual o inferior a 400 kV.

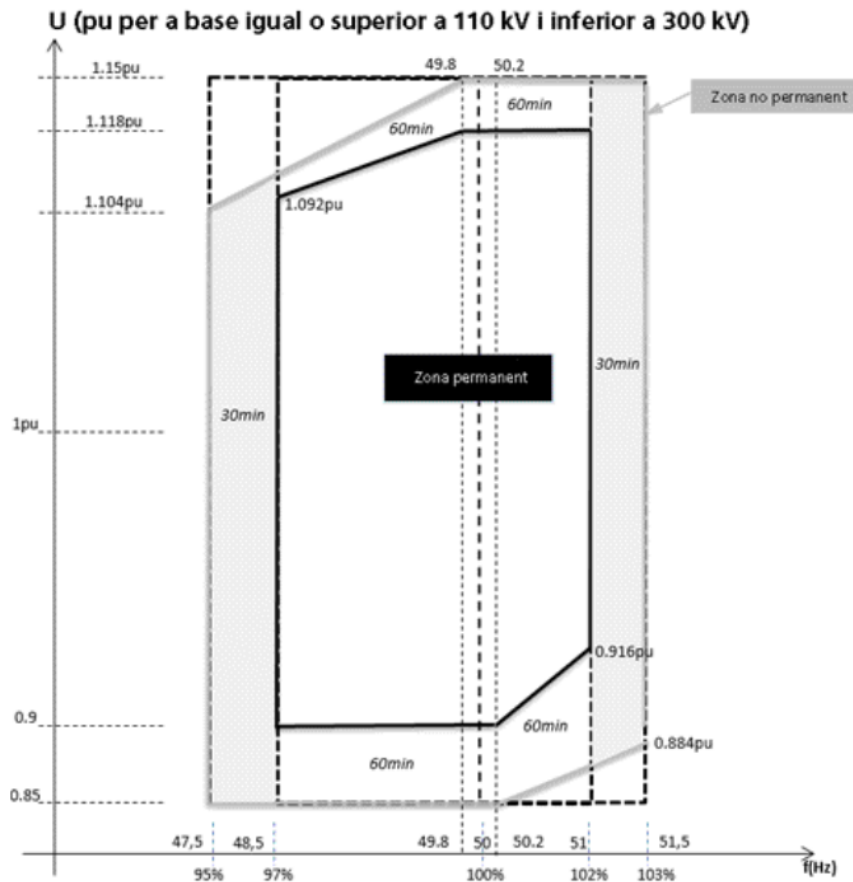


Figura 2. Valors combinats de tensió-freqüència que han de ser capaces de suportar les instal·lacions de distribució connectades a la xarxa de transport, en cas que la tensió nominal del punt de connexió sigui igual o superior a 110 kV i inferior a 300 kV.

Si és tècnicament viable establir rangs de freqüència més amplis o períodes de funcionament mínims més prolongats, el propietari de la instal·lació de consum connectada a la xarxa de transport o el gestor de la xarxa de distribució, pot acordar amb l'operador del sistema rangs de freqüència més amplis o períodes de funcionament mínims més prolongats.

2. Requisits de tensió

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport, les instal·lacions de distribució connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució han de ser capaces de romandre connectades a la xarxa i de funcionar dins dels rangs de tensió en el punt de connexió, expressats en valors unitaris respecte a la base de tensió i durant els períodes de temps mínim especificats a continuació:

- Quan la tensió de base per als valors pu se situa en un valor igual o superior a 110 kV i fins a un valor inferior a 300 kV:
- Quan la tensió de base per als valors pu se situa entre 300 kV i 400 kV:

Rang de tensió	Període de temps de funcionament
0,90 p.u.-1,0875 pu	Il·limitat
1,0875 p.u.-1,10 pu	60 minuts

En els casos de sobretensió i subfreqüència simultànies o subtensió i sobrefreqüència simultànies, les instal·lacions de distribució connectades directament a la xarxa de transport o les instal·lacions de consum connectades directament a la xarxa de transport es poden acollir al que estableix l'apartat 1.1, respecte a les variacions combinades de freqüència i tensió.

Adicionalment, per a aquelles instal·lacions connectades a la xarxa de transport a un nivell de tensió inferior a 110 kV, són aplicables els mateixos rangs de tensió que siguin aplicables en les xarxes de distribució per a cada nivell de tensió, segons la normativa que correspongui.

3. *Requisits de potència de curtcircuit*

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució connectades a la xarxa de transport han de complir el que estableix el procediment d'operació 12.2.

4. *Requisits de potència reactiva*

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució connectades a la xarxa de transport han de ser capaces de funcionar en règim permanent en el seu punt de connexió dins d'un rang de potència reactiva de factor de potència 0,9 capacitiu a 0,9 inductiu.

5. *Requisits de protecció*

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució connectades a la xarxa de transport han de complir el que estableix el procediment d'operació 12.2, així com el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016.

6. *Requisits de control*

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució connectades a la xarxa de transport han de complir el que estableixen el procediment d'operació 12.2, així com el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i els procediments d'operació 11.2 i 11.3.

L'acord entre l'operador del sistema i el propietari de la instal·lació de consum connectada a la xarxa de transport o el propietari de la instal·lació de distribució connectada a la xarxa de transport ha de contenir almenys els elements següents:

- a) funcionament aïllat (xarxa).
- b) amortiment d'oscil·lacions, que comptin amb els dispositius adequats.
- c) pertorbacions de la xarxa de transport.
- d) canvi automàtic al subministrament d'emergència i restabliment a la topologia normal.
- e) reconexió automàtica de l'interruptor (en faltes monofàsiques).

7. *Requisits de desconexió i reconexió de demanda*

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució connectades a la xarxa de transport han de complir els requisits relacionats amb les capacitats funcionals de desllast de càrregues per mínima freqüència que estableixen el Reglament (UE) núm. 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i el Reglament (UE) 2017/2196 de la Comissió, de 24 de novembre de 2017, pel qual s'estableix un codi de xarxa relatiu a emergència i reposició del servei.

D'altra banda, tots els transformadors de distribució que es connectin directament a la xarxa de transport, així com els transformadors de consumidors directament connectats a la xarxa de transport, han de ser capaços de bloquejar els reguladors de preses automàtics de manera remota a petició de l'operador del sistema.

En relació amb la desconexió o reconexió d'una instal·lació de consum connectada a la xarxa de transport o una xarxa de distribució connectada a la xarxa de transport, totes les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport i xarxes de distribució connectades a la xarxa de transport han de complir els requisits que estableixen el procediment d'operació 1.6 i el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016.

8. Qualitat de subministrament

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport han de complir el que estableix el procediment d'operació 12.2.

En relació amb les instal·lacions de distribució noves connectades a la xarxa de transport per al subministrament a noves instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de distribució, les pertorbacions de les quals puguin afectar la xarxa de transport, i a partir de la primera unitat de transformació a connectar en una mateixa subestació de la xarxa de transport en la seva relació de transformació, s'ha d'analitzar cas per cas l'abast de l'aplicació a aquestes unitats dels límits d'emissió de les característiques de l'ona de tensió indicats en el procediment d'operació 12.2. per a les instal·lacions de generació i de consum connectades a la xarxa de transport.

Adicionalment, aquelles instal·lacions de demanda amb connexió a la xarxa de distribució que tinguin afecció significativa en la xarxa de transport als efectes de qualitat d'ona, han de complir els límits d'emissió de les característiques de l'ona de tensió indicats en el procediment d'operació 12.2. per a les instal·lacions de generació i de consum connectades a la xarxa de transport en els termes que recull l'esmentat procediment d'operació.

A aquests efectes, es considera que les instal·lacions de demanda amb connexió a la xarxa de distribució tenen afecció significativa als efectes de qualitat d'ona, si estan connectades a un nivell de tensió amb transformació directa a la xarxa de transport la potència associada als drets d'extensió de la qual sigui igual o superior a 20 MW.

9. Requisits d'intercanvi d'informació

Per a les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport, les instal·lacions de distribució connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució, els és aplicable el que reculli el procediment d'operació que reguli la informació intercanviada per l'operador del sistema i, en tot cas, la normativa que s'aprovi sobre això.

10. Models de simulació

Per a les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport, les instal·lacions de distribució connectades a la xarxa de transport i les xarxes de distribució, els és aplicable el que reculli el procediment d'operació que reguli la informació intercanviada per l'operador del sistema i, en tot cas, la normativa que s'aprovi sobre això.

Pel que fa a les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport, han d'instal·lar un registrador de dades de mesures de la potència activa, potència reactiva, tensió i freqüència, amb un període de mostreig inferior a 50 ms a fi de comparar la resposta del modelatge amb registres reals.

En el cas d'instal·lacions de xarxa de distribució connectades a la xarxa de transport, l'operador del sistema pot requerir la instal·lació d'un registrador de dades de mesures de la potència activa, potència reactiva, tensió i freqüència, amb un període de mostreig inferior a 50 ms, a fi de comparar la resposta del modelatge amb registres reals.

11. Requisits específics de resposta de demanda

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de transport que prestin serveis de resposta de demanda han de complir els requisits que estableix l'annex II i, si s'escau, el procediment d'operació 12.2, així com els requisits específics del servei que prestin d'acord amb el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i que desplegui la normativa corresponent.

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de distribució a un nivell de tensió igual o superior a 110 kV que prestin serveis de resposta de demanda a l'operador del sistema, d'acord amb el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, han de complir els rangs de freqüència i de tensió establerts en els apartats 1 i 2 de l'annex II per a les instal·lacions connectades a la xarxa de transport; així com els requisits d'intercanvi d'informació establerts en el procediment d'operació que reguli la informació intercanviada per l'operador del sistema. Aquestes instal·lacions han de complir els requisits específics del servei que prestin d'acord amb el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i que desplegarà la normativa corresponent.

Les instal·lacions de demanda connectades a la xarxa de distribució a un nivell de tensió inferior a 110 kV que prestin serveis de resposta de demanda a l'operador del sistema, d'acord amb el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, han de ser capaços de funcionar per un temps il·limitat per al rang de tensió entre 0,9 pu i 1,1 pu, així com amb els requisits d'intercanvi d'informació establerts en el procediment d'operació que reguli la informació intercanviada per l'operador del sistema. Aquestes instal·lacions han de complir els requisits específics del servei que prestin d'acord amb el Reglament (UE) 2016/1388, de 17 d'agost de 2016, i que desplegui la normativa corresponent.

ANNEX III

Requisits per a la connexió de sistemes d'alta tensió en corrent continu (sistemes HVDC)

1. Rangs de freqüència

Un sistema HVDC ha de ser capaç de romandre connectat a la xarxa, mantenint les seves capacitats nominals, dins dels rangs de freqüència i períodes de temps que especifica la taula següent:

Taula 1. Períodes de temps mínims durant els quals un sistema HVDC ha de ser capaç de romandre connectat a la xarxa mantenint les seves capacitats nominals

Rang de freqüències	Període de temps de funcionament
47,0 hz-47,5 Hz	60 segons
>47,5 hz-51,5 Hz	Il·limitat
>51,5 hz-52,0 Hz	15 minuts

2. Capacitat de suportar derivades de freqüència

Un sistema HVDC ha de ser capaç de suportar els valors de derivades de la freqüència a què es refereix l'article 12 del Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, els quals no han de ser entesos com a ajustos de sistemes de protecció per derivada de freqüència.

3. Controlabilitat de la potència activa, interval de control, i taxa d'increment

3.1 Capacitat de control de la potència activa. Un sistema HVDC ha de ser capaç de gestionar la seva potència activa des de la seva capacitat mínima fins a la seva capacitat màxima de transport davant una consigna de l'operador del sistema, la qual ha de tenir en compte les següents consideracions mínimes:

a) La potència activa d'un sistema HVDC s'ha de poder modificar en esglaons de potència activa d'almenys 1 MW, sense perjudici que, en casos específics, aquest esglaó mínim pugui ser reduït per l'operador del sistema.

b) El valor de la potència activa mínima de transport d'un sistema HVDC en cada direcció s'ha de definir després d'una anàlisi individualitzada de cada projecte.

c) El sistema HVDC ha de ser capaç de rebre consignes de potència activa transportada i ha de ser capaç de reajustar la seva potència activa transportada després de la recepció d'una nova consigna de potència, que es podria rebre cada 1,5 segons. El temps màxim des que es rep la nova consigna fins que el sistema HVDC comença a modificar la seva potència activa transportada no ha de ser superior a 200 ms. A petició del titular de la instal·lació, l'operador del sistema pot acordar temps superiors després d'una anàlisi individual de cada projecte.

El mode per defecte de control de la potència activa d'un sistema HVDC és el de consigna fixa, entenen-se aquest com el mode de control en què la potència activa a través del sistema HVDC és igual a la consigna establerta a petició de l'operador del sistema, sense perjudici que, addicionalment, altres funcions de control automàtic implementades en el sistema HVDC puguin modificar aquest valor. No obstant això, l'operador del sistema, després d'una anàlisi individualitzada de cada projecte, pot requerir altres modes de control addicionals de la potència activa d'un sistema HVDC, per a la qual cosa l'operador del sistema ha d'especificar el principi de funcionament de l'esmentat mode de control i els paràmetres associats, així com el criteri d'activació.

Llevat d'indicació en contra per part de l'operador del sistema, els sistemes HVDC han de ser capaços de fer una inversió ràpida de la potència activa, entenen-se aquesta com la capacitat de modificar la potència d'un sistema HVDC des de la capacitat màxima de transport de potència activa en una direcció, fins a la capacitat màxima de transport de potència activa en l'altra direcció, tan ràpid com sigui tècnicament possible i sempre en un temps inferior a 1 segon. En cas que el nombre d'inversions estigui tècnicament limitat, ha de ser el màxim possible, si bé en qualsevol cas l'esmentat nombre màxim d'inversions ha de ser acceptat per l'operador del sistema.

3.2 Rampes de potència activa. Després d'una ordre de canvi de potència activa per part de l'operador del sistema, el sistema HVDC ha de ser capaç de modificar la seva potència activa al més ràpidament com sigui possible i el propietari ha de comunicar a l'operador del sistema els valors màxim i mínim de la rampa de potència activa que el sistema HVDC és capaç de suportar.

No obstant això, l'operador del sistema ha de poder ajustar el valor de la rampa, almenys, des d'1 MW/min fins a 5 vegades la seva potència màxima per minut, parametritzables en esglaons d'1 MW/min.

Quan el sistema HVDC estigui modificant la seva potència activa amb un valor determinat de la rampa, aquesta rampa es pot bloquejar en qualsevol moment, de manera manual, automàtica o a través d'un senyal remot, de manera que el valor de potència activa transportada pel sistema HVDC deixi de variar i es mantingui constant en el valor de potència activa que tenia abans d'executar l'esmentat bloqueig de la rampa. Igualment, de manera manual, automàtica, o a través d'un senyal remot, la rampa esmentada ha de poder continuar després del bloqueig.

3.3 Automatització del sistema. Per tal d'augmentar la controlabilitat automàtica de la potència activa transportada pel sistema HVDC, són necessàries les següents funcions de control.

3.3.1 Rang d'operació de potència activa. El sistema HVDC ha d'estar dotat d'una funcionalitat que permeti limitar la potència activa dins d'un rang d'operació establert per l'operador del sistema, és a dir, entre un límit màxim i un límit mínim de potència activa, de manera que el valor de la potència activa transportada a través del sistema HVDC no es pugui sortir d'aquest rang. Els valors límit màxim i mínim de potència activa que conformen el rang d'operació limitat han de poder ser enviats per l'operador del sistema de manera remota al sistema de control del sistema HVDC i no poden ser superats mai.

3.3.2 Accions correctives de modulació de la potència activa. De conformitat amb el que estableix l'article 13.3 del Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, el sistema HVDC ha d'estar equipat amb una funció de control que, en cas d'arribada d'un senyal extern, es portin a terme accions correctives, mitjançant les quals la potència activa del sistema HVDC es vegi automàticament modificada. En cas d'activació de l'acció correctiva, el sistema HVDC ha de ser capaç de:

- a) Modificar els límits mínim i màxim del rang d'operació de la potència activa del sistema HVDC, tal com s'han definit a l'apartat 3.3.1, i/o
- b) Modificar la consigna de potència activa transportada pel sistema HVDC fins a un nou valor que ha de ser o bé un nou valor preestablert, o bé un nou valor resultat de sumar-li al valor inicial un increment de potència preestablert i sempre inferior a la capacitat màxima del sistema HVDC. Per a la modificació de la potència activa transportada pel sistema HVDC s'ha de tenir en compte un nou valor de la rampa de variació de potència activa preestablerta dins del rang complet de rampes declarat pel propietari del sistema HVDC.

Atès que aquesta funcionalitat és necessària perquè el sistema HVDC pugui adoptar accions correctives automàticament en funció de les condicions del sistema elèctric i que, per tant, està condicionada per la topologia de la xarxa, després d'una anàlisi individual de cada projecte, l'operador del sistema ha d'especificar el nombre d'accions correctives necessàries, les característiques dels senyals externs d'activació, així com la lògica d'activació de l'acció correctiva. Els ajustos dels paràmetres preestablerts associats a cada acció correctiva han de ser establerts per l'operador del sistema i poden ser modificats de manera remota.

Aquestes accions correctives de modulació de la potència activa s'han d'executar-se al més ràpidament possible i sense considerar els requisits a les rampes de potència que estableix l'apartat 3.2.

4. *Requisits de potència activa en funció de les variacions de freqüència*

De conformitat amb el que estableixen l'article 15 i l'annex II del Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, els requisits de potència activa en funció de les variacions de freqüència comprenen tres modes de control: el mode de regulació potència-freqüència (MRPF), el mode de regulació potència-freqüència limitat-sobrefreqüència (MRPFL-O) i el mode de regulació potència-freqüència limitat-subfreqüència (MRPFL-U). L'acció d'aquests ha de ser entesa de forma acumulativa a la consigna de potència activa transportada pel sistema HVDC o a qualsevol altre mode de control de la potència activa previst per al sistema HVDC.

Després d'una anàlisi individualitzada de cada projecte, l'operador del sistema ha d'especificar la necessitat d'aquests modes de regulació i els paràmetres associats a aquests dins dels rangs que estableix el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016.

Així mateix, després de l'anàlisi individualitzada de cada projecte, l'operador del sistema ha d'especificar els detalls addicionals associats als esmentats modes de control, com ara funcions addicionals de control, mesura, monitorització o bloqueig, atenent per fer-ho factors com la topologia de la xarxa pròxima a què el sistema HVDC s'ha de connectar, característiques dels sistemes que el sistema HVDC ha d'interconnectar o tipus d'acoblament de freqüència que es vulgui fer entre els extrems del sistema HVDC, entre d'altres.

Adicionalment, l'operador del sistema pot requerir que els sistemes HVDC incloguin un mode de control de la freqüència que consisteixi en un control continu, que ha de produir increments o decrements de potència activa en resposta a variacions de freqüència, si aquesta és diferent en els extrems del sistema HVDC. El principi de funcionament d'aquest control i els paràmetres associats han de ser establerts per l'operador del sistema.

5. Màxima potència activa perduda

L'operador del sistema pot determinar el valor màxim de pèrdua d'injecció de potència activa d'un sistema HVDC, després d'una anàlisi individual de cada projecte.

6. Rangs de tensió

Els sistemes HVDC han de ser capaços de romandre connectats a la xarxa, mantenint les seves capacitats nominals, sempre que la tensió en el punt de connexió estigui dins dels rangs de tensió i períodes de temps que especifiquen la taula 2 i la taula 3, en funció de la seva tensió nominal.

Taula 2 Períodes de temps mínims durant els quals el sistema HVDC ha de ser capaç de funcionar sense desconnectar-se de la xarxa per a tensions nominals del punt de connexió a la xarxa iguals o superiors a 110 kV i inferiors a 300 kV

Rang de tensió	Període de temps de funcionament
0,85 pu-1,118 pu	Il·limitat
$\geq 1,118$ pu-1,15 pu	60 minuts

Taula 3. Períodes de temps mínims durant els quals el sistema HVDC ha de ser capaç de funcionar sense desconnectar-se de la xarxa per a tensions nominals del punt de connexió a la xarxa entre 300 kV i 400 kV (tots dos valors inclosos)

Rang de tensió	Període de temps de funcionament
0,85 pu-1,0875 pu	Il·limitat
$\geq 1,0875$ pu-1,10 pu	60 minuts

En el cas de sistemes HVDC connectats a una xarxa de tensió nominal inferior a 110 kV s'han de considerar els períodes de temps mínims i rangs de tensió que estableixi el gestor de la xarxa pertinent.

7. Control d'injecció ràpida de corrent

Els sistemes HVDC han d'estar dotats d'una funció de control que activi la injecció o absorció ràpida de corrent gestionant-la mitjançant un control continu durant el règim pertorbat. Aquesta funció de control ha de complir els requisits que s'exposen a continuació, sense perjudici que l'operador del sistema, en coordinació amb el propietari del sistema HVDC, pugui proposar un altre principi de funcionament d'aquest control.

El control d'injecció o absorció ràpida de corrent ha de començar la seva activitat en el moment en què la tensió eficaç del punt de connexió del sistema HVDC, U , surti del rang $U_{min1} \leq U \leq U_{max1}$, ja sigui per subtensió o sobretensió. Després d'una anàlisi individual de cada projecte, l'operador del sistema, en coordinació amb el propietari del sistema HVDC, ha d'establir els valors d' U_{min1} i U_{max1} , que han de ser parametrizables. No obstant això, a tall indicatiu per a la comprensió correcta del requisit, U_{min1} estaria

normalment dins del rang de tensions entre 0,90 pu i 0,85 pu, i U_{max1} estaria normalment comprès entre 1,05 pu i 1,1 pu.

Una vegada activat, aquest control ha de romandre actiu fins que la tensió efectiva en el punt de connexió, U , torni a estar dins del rang $U_{min1} \leq U \leq U_{max1}$. Després de la desactivació d'aquest control, el sistema HVDC ha de retornar al règim de funcionament previ a la pertorbació, sense perjudici que, posteriorment, si es torna a donar la condició d'activació, el control s'ha de tornar a activar.

En cas de pertorbacions equilibrades, la injecció o absorció ràpida de corrent és tal que el sistema HVDC ha d'injectar o absorbir, en funció de la tensió efectiva en el punt de connexió, U , mitjançant un control continu, un corrent reactiu, ΔI_r , igual que l'indicat a la figura 1, de forma incremental al corrent reactiu previ a la pertorbació.

En cas de pertorbacions desequilibrades, s'ha d'utilitzar un control similar. No obstant això, aquest corrent s'ha d'injectar o ha d'absorbir intensitats de seqüència directa i inversa (segons li correspongui al tipus de desequilibri) en el punt de connexió a la xarxa.

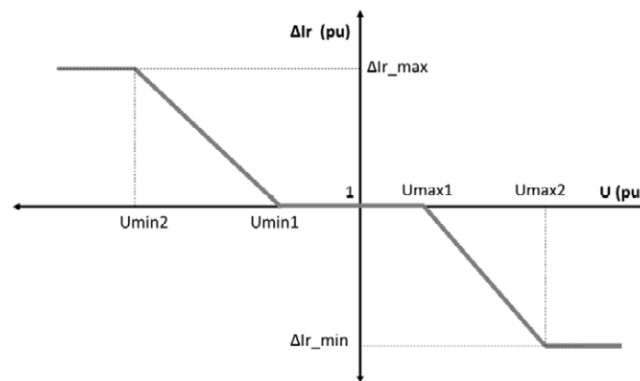


Figura 1. Injecció/absorció de corrent reactiu addicional requerit en funció del valor de la tensió en el punt de connexió del sistema HVDC. ΔI_r , representa l'increment del corrent reactiu injectat pel sistema HVDC respecte al corrent reactiu previ a la pertorbació. U , representa el valor de la tensió efectiva en el punt de connexió.

Després d'una anàlisi individual de cada projecte, l'operador del sistema, en coordinació amb el propietari del sistema HVDC, ha d'establir els valors d' U_{min2} i U_{max2} , que han de ser parametrizables. No obstant això, a tall indicatiu per a la comprensió correcta del requisit, U_{min2} estaria normalment dins del rang de tensions entre 0,85 pu i 0,6 pu, i U_{max2} estaria normalment comprès entre 1,1 pu i 1,4 pu.

La injecció o absorció ràpida de corrent reactiu proveït per aquesta funció de control, ΔI_r , ha de ser addicional al proveït pel control de tensió de règim permanent, tal com es descriu a l'apartat 10 d'aquest annex relatiu als modes de control de la potència reactiva. El corrent total injectat o absorbit pel sistema HVDC ha de ser, com a mínim, d'1 pu, si bé pot ser superior en cas que el sistema HVDC tingui més capacitat que el corrent nominal. Addicionalment al component de corrent reactiu total resultant de l'acció acumulada d'aquesta funció de control i del control de la potència reactiva en règim permanent segons l'apartat 10, el sistema HVDC ha d'injectar component de corrent actiu fins a assolir el corrent nominal del mòdul de parc elèctric, o la seva capacitat màxima.

En cas de pertorbacions desequilibrades, s'ha d'utilitzar un control similar al descrit per a pertorbacions equilibrades, si bé s'ha d'injectar o absorbir intensitat de seqüència directa i inversa, segons correspongui al tipus de desequilibri en el punt de connexió a la xarxa. Els detalls d'aquesta funcionalitat s'han d'acordar entre l'operador del sistema i el propietari del sistema HVDC després d'una anàlisi individual de cada projecte.

Quant a la velocitat de resposta de la injecció o absorció ràpida de corrent, el sistema HVDC ha de ser capaç d'injectar o absorbir el component reactiu, en els temps màxims següents en el cas d'un esglaió en la tensió del punt de connexió U :

- El temps màxim de resposta, incloent-hi el retard del mesurament, des que ocorre una variació de tensió fins que comença la variació del corrent reactiu, és de 20 ms.

- El temps màxim de resposta, des que comença la variació de corrent reactiu fins que assolix el 90% de la resposta corresponent a l'esglaó en l'error de la tensió ΔU , és de 30 ms.
- El temps màxim de resposta, des que comença la variació de corrent reactiu fins que la resposta roman a la banda $\pm 5\%$ al voltant de la resposta esperada, és de 60 ms.

No obstant això, a petició de l'operador del sistema, es poden sol·licitar temps de resposta diferents.

Per al component actiu del corrent, la velocitat de resposta ha de ser la més ràpida tècnicament factible i és desitjable la mateixa velocitat de resposta que l'exigida per al component reactiu, independentment que, sobre això, és aplicable també el que disposa l'apartat 15 d'aquest annex.

En cas que sigui aplicable alguna limitació del rang d'operació de potència reactiva, tal com es defineix a l'apartat 10 d'aquest annex, per a l'activació de la funció de control de la injecció o absorció ràpida de corrent de falta, el sistema HVDC hauria d'ignorar aquesta limitació, si bé l'ha de tornar a aplicar després de la desactivació del control d'injecció o absorció ràpida.

8. Capacitat de potència reactiva

Quant a la capacitat de potència reactiva d'un sistema HVDC, la figura 2 representa el diagrama U-Q/P_{max}, que estableix els límits mínims dins dels quals el sistema HVDC ha de ser capaç de subministrar potència reactiva a la seva capacitat màxima (P_{max}). Tal com mostra la figura esmentada, dins del rang de tensió $0,95 \leq U \leq 1,05$ pu, els sistemes HVDC han de disposar de la capacitat tècnica de generar i absorbir potència reactiva (Q) en un rang mínim obligatori i han de modificar la seva producció i absorció de potència reactiva dins d'aquests límits, de manera que col·laborin en el manteniment de la tensió en el punt de connexió, dins de la banda de tensions admissibles.

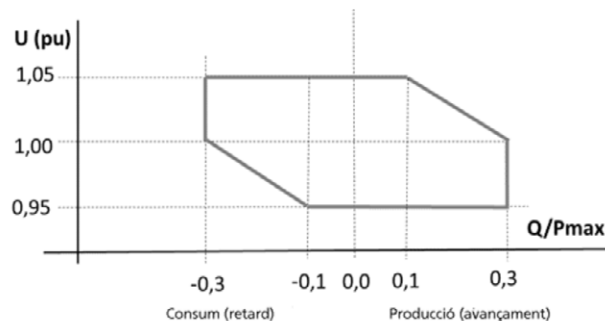


Figura 2. Diagrama U-Q/P_{max} d'un sistema HVDC.

Per a la provisió de la potència reactiva d'acord amb la figura 2, es requereix que la velocitat de resposta sigui elevada, és a dir, d'acord amb el que requereix l'apartat 10 d'aquest annex sobre els modes de control de la potència reactiva del sistema HVDC.

Fora del rang de tensions $0,95 \leq U \leq 1,05$ pu, durant el funcionament en règim permanent, el sistema HVDC ha d'injectar/absorbir potència reactiva segons la resposta del control de tensió amb les limitacions que, pel fet de trobar-se fora de l'esmentat rang de tensions, imposi la producció de potència activa. És a dir, preval la producció de potència activa sobre la de reactiva. Al seu torn, la potència activa de referència (P_0) s'ha de mantenir mentre la instal·lació tingui capacitat per a això.

Adicionalment, els sistemes HVDC han d'aportar potència reactiva en els rangs de tensió estesos que es mostren en el diagrama U-Q/P_{max} de la figura 3, la qual estableix la capacitat de reactiva que, dins dels rangs esmentats, el sistema HVDC ha de ser capaç de subministrar a la seva capacitat màxima (P_{max}). L'aportació de potència reactiva es pot donar en temps de resposta de fins a 1 minut.

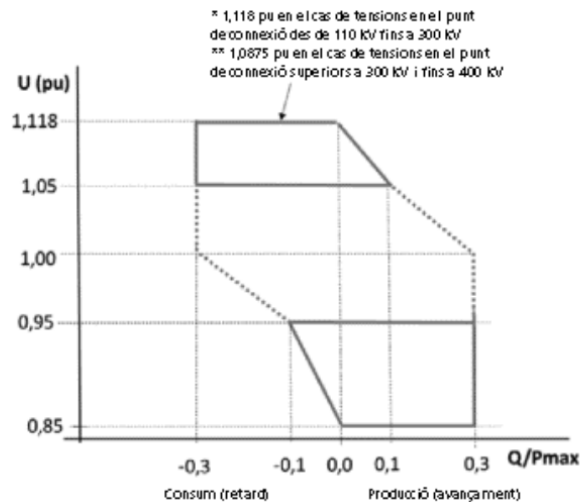


Figura 3. Capacitat de potència reactiva U-Q/Pmax d'un sistema HVDC en els rangs extrems de tensió

En cas que el sistema HVDC disposi d'un canviador de preses en càrrega per proporcionar l'aportació d'aquesta potència reactiva, la figura 2 es pot referir a la capacitat de potència reactiva amb el canviador de preses en la presa corresponent de manera que es tingui 1 pu en el punt de connexió a la xarxa. En conseqüència, s'accepten els moviments de l'esmentat diagrama U-Q/Pmax derivats de la variació de les preses en càrrega, sense perjudici que el sistema HVDC hagi d'adequar la presa del transformador mentre la tensió del punt de connexió estigui fora del rang $0,95 \leq U \leq 1,05$ pu per proporcionar la potència reactiva adequada en el punt de connexió al cap d'1 minut.

Sense perjudici de la capacitat de reactiva del sistema HVDC definida per la figura 2 i per la figura 3, l'operador del sistema pot requerir, per raons d'estabilitat, que s'implementi una funció de limitació de la potència reactiva depenent de la tensió.

Quant a la capacitat de potència reactiva quan el sistema HVDC operi a potències actives inferiors a la capacitat màxima de transport de potència activa, el sistema HVDC ha de ser igualment capaç de proveir, almenys, la potència reactiva indicada a la figura 2 i a la figura 3. El propietari del sistema HVDC ha d'informar l'operador del sistema de la capacitat disponible de potència reactiva, addicional a la indicada a la figura 2 i la figura 3, que és capaç de proporcionar. L'operador del sistema pot requerir potència reactiva addicional sempre que això no impliqui un dimensionament més gran de l'equip principal.

9. Potència reactiva intercanviada per la xarxa

Les variacions brusques de la tensió en el punt de connexió d'un sistema HVDC ocasionades per la connexió i desconnexió d'equips que formen part del sistema HVDC no poden ser superiors al 4% de la tensió en règim permanent del punt de connexió prèvia a la variació de potència reactiva.

10. Modes de control de la potència reactiva

Els sistemes HVDC han de ser capaços d'operar en els següents modes de control de potència reactiva:

- Mode de control a consigna de potència reactiva.
- Mode de control a consigna de tensió.

Això s'entén sens perjudici que, després d'una anàlisi individualitzada de cada projecte, l'operador del sistema pugui requerir modes de control addicionals.

A través dels modes de control de la potència reactiva anteriors, els sistemes HVDC poden treballar en qualsevol dels punts dins de l'àrea definida per la figura 2 i la figura 3. L'operador del sistema ha d'especificar en quin mode de control ha d'operar el sistema HVDC i pot remetre ordres de canvi de mode de control telemàticament. El canvi del mode de control s'ha de fer de manera que el sistema HVDC es mantingui estable i sense modificació en la potència reactiva intercanviada per la xarxa.

El mode de control de la potència reactiva, en qualsevol de les modalitats abans assenyalades, ha de ser independent en cada estació convertidora del sistema HVDC.

De manera addicional, i independentment en quin dels dos modes de control de potència reactiva estigui funcionant, el sistema HVDC ha d'estar dotat d'una funcionalitat que permeti limitar la potència reactiva dins d'un rang d'operació establert per l'operador del sistema, és a dir, entre un límit màxim i un límit mínim de potència reactiva, de manera que, en condicions de funcionament en règim permanent, el valor de la potència reactiva intercanviada entre el sistema HVDC i el sistema elèctric en el punt de connexió no es pugui sortir d'aquest rang. Els esmentats valors límit màxim i mínim de potència reactiva que conformen el rang d'operació limitat els ha d'establir l'operador del sistema i s'han de poder enviar de manera remota al sistema de control de l'HVDC.

10.1 Mode de control a consigna de potència reactiva. El mode de control de potència reactiva és aquell en què la consigna de potència reactiva en cada estació convertidora del sistema HVDC es manté constant. En relació amb aquest mode de control s'han de tenir en compte les consideracions següents:

- La consigna de potència reactiva ha de poder ser seleccionable dins del rang complet de potència reactiva del sistema HVDC, és a dir, des de la capacitat màxima en absorció (inductiu) fins a la capacitat màxima d'injecció (capacitiu).
- La consigna de potència reactiva ha de poder ser seleccionable en esglaons d'1 MVar.
- La rampa de variació de la potència reactiva després d'un canvi de consigna de la potència reactiva ha de poder ser seleccionable en esglaons d'1 Mvar/min, i en el rang d'1 Mvar/min fins a la capacitat reactiva màxima/min, sense perjudici que l'operador del sistema, després d'una anàlisi individual del projecte, pugui definir altres valors i rangs.
- Quan el sistema HVDC estigui modificant la seva potència reactiva amb un valor determinat de la rampa, aquesta rampa s'ha de poder bloquejar en qualsevol moment, de forma manual, automàtica o a través d'un senyal remot, de manera que el valor de potència reactiva deixi de variar i es mantingui constant en el valor de potència reactiva que tenia abans d'executar el bloqueig de la rampa. La rampa esmentada ha de poder continuar després del bloqueig de forma manual, automàtica o a través d'un senyal remot.

10.2 Mode de control a consigna de tensió. El mode de control de tensió és aquell en què el valor de potència reactiva en cada estació convertidora del sistema HVDC varia per controlar, de forma contínua, la tensió del punt de connexió. En relació amb aquest mode de control s'han de tenir en compte les consideracions següents:

- La consigna de tensió pot ser seleccionable entre els valors màxims i mínims definits a la taula 2 o a la taula 3, segons correspongui, sense perjudici que l'operador del sistema pugui modificar el rang esmentat.
- La consigna de tensió ha de poder ser seleccionable en esglaons de 0,1 kV.
- La banda morta ha de ser parametrizable en el rang definit pel Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, en esglaons de 0,1 kV.
- La rampa de variació de la tensió de consigna l'ha de definir l'operador del sistema i ha de poder ser seleccionable en esglaons de 0,1 kV/min, i en el rang de 0 kV/min fins a 50 kV/min, sense perjudici que l'operador del sistema pugui acordar amb el titular de la instal·lació altres valors i rangs.
- Quan el sistema HVDC estigui modificant la seva potència reactiva amb un valor determinat de la rampa, motivat per un canvi de la consigna de tensió, la rampa s'ha de poder bloquejar en qualsevol moment de forma manual, automàtica o a través d'un senyal

remot, de manera que el valor de potència reactiva deixi de variar i es mantingui constant en el valor de potència reactiva que tenia abans d'executar el bloqueig de la rampa. La rampa esmentada ha de poder continuar després del bloqueig de forma manual, automàtica o a través d'un senyal remot.

– El control ha de portar associat un valor de pendent definit com el canvi de potència reactiva que resulta d'un canvi de tensió igual a 1 kV. Aquest valor del pendent ha de ser parametrizable entre 0 i la capacitat reactiva màxima/kV en esglaons d'un 0,3% de la capacitat reactiva màxima/kV.

– Quant a la velocitat de resposta del control de tensió, es considera t_1 igual a 1 s (temps per aconseguir, almenys, el 90% de la variació en la sortida de potència reactiva) i t_2 igual a 5 s (temps per establir-se en el valor especificat pel pendent de treball). No obstant això, a petició del titular de la instal·lació, l'operador del sistema pot acordar temps superiors després d'una anàlisi individual de cada projecte.

11. *Prioritat a l'aportació de potència activa o reactiva*

Els sistemes HVDC han de tenir en compte, per a tots els controls que gestionin la potència activa (o component actiu del corrent) i la potència reactiva (o component reactiu del corrent), la següent regla de prioritat, sense perjudici que l'operador del sistema pugui definir regles addicionals o diferents:

– Dins del rang de tensions en el punt de connexió definit com a $U_{min1} \leq U \leq U_{max1}$ tenen prioritat els controls que gestionin la potència activa (o component actiu del corrent). No obstant això, els controls que gestionin la potència reactiva (o component reactiu del corrent) s'han de respectar mentre que el sistema HVDC no assoleixi els seus límits d'operació.

– Fora del rang de tensions en el punt de connexió definit com a $U_{min1} \leq U \leq U_{max1}$, tenen prioritat els controls que gestionin la potència reactiva (o component reactiu del corrent). No obstant això, els controls que gestionin la potència activa (o component actiu del corrent) s'han de respectar mentre que el sistema HVDC no assoleixi els seus límits d'operació.

U_{min1} i U_{max1} són els valors als quals s'activaria el control d'injecció ràpida de corrent de falta, d'acord amb el que disposa l'apartat 7.

De forma addicional, l'operador del sistema pot requerir una limitació de la potència reactiva del sistema HVDC en funció de la tensió, de manera que es limiti la injecció de potència reactiva en cas de sobretensions en el punt de connexió, i l'absorció de potència reactiva en cas de subtensions en el punt de connexió. A aquest efecte, l'operador del sistema ha de proveir una corba indicant els límits màxims i mínims de potència reactiva en funció de la tensió del punt de connexió. Aquesta limitació ha de tenir una jerarquia tal que cap funció de control implementada en el sistema HVDC ha de sobrepassar els límits esmentats.

12. *Qualitat d'ona*

Els sistemes HVDC han de complir les disposicions sobre les condicions d'intercanvi de l'energia que estableix el procediment d'operació 12.2.

13. *Capacitat de suportar forats de tensió*

Els sistemes HVDC han de ser capaços de suportar sense desconnectar-se de la xarxa ni bloquejar-se faltes equilibrades amb un perfil de tensió en el punt de connexió en funció del temps que estigui comprès dins dels límits indicats per la figura 4, la qual representa el límit inferior d'un perfil de tensió enfront de temps en el punt de connexió, expressant el seu valor real respecte al seu valor de referència 1 pu abans, durant i després d'una falta.

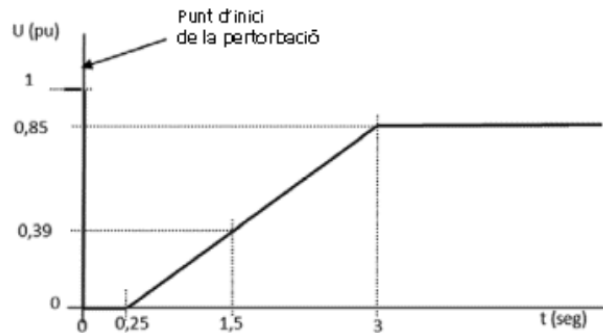


Figura 4. Perfil de la capacitat per suportar faltes equilibrades d'un sistema HVDC.

Adicionalment, els sistemes HVDC han de ser capaços de suportar sense desconnectar-se de la xarxa, ni bloquejar-se, faltes desequilibrades amb un perfil de tensió en funció del temps que estigui comprès dins dels límits indicats pel perfil de tensió en funció del temps indicat a la figura 5, la qual representa el límit inferior d'un perfil de tensió enfront de temps en el punt de connexió, expressant el seu valor real respecte al seu valor de referència 1 pu abans, durant i després d'una falta. En el cas de curtcircuits bifàsics, bifàsics a terra o monofàsics, la tensió indicada en el perfil de la figura 5 correspondria a la més petita de les tensions fase-fase o fase-terra. A aquests efectes s'entén que la situació desequilibrada es pot mantenir durant el temps delimitat pel perfil tensió-temps indicat a la figura 5, mentre la tensió estigui per sota de 0,85 pu.

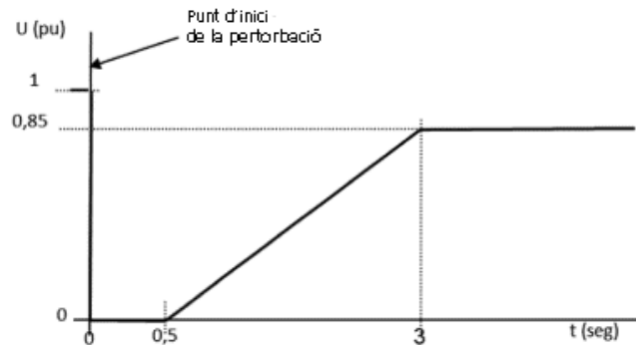


Figura 5. Perfil de la capacitat per suportar faltes desequilibrades d'un sistema HVDC.

14. Capacitat per suportar sobretensions transitòries

En els sistemes HVDC l'estació convertora connectada a la xarxa de transport ha de ser capaç de romandre connectada i seguir funcionant de forma estable davant sobretensions transitòries en el punt de connexió, en una o en totes les fases, d'acord amb el perfil de tensió en funció del temps representat per la línia contínua de la figura 6. Així mateix, ha de suportar, sense dany ni desconnexió, sobretensions que es puguin presentar en cas de faltes monofàsiques. En el cas de faltes monofàsiques, el valor de la sobretensió a suportar depèn del punt de connexió i de la xarxa. En conseqüència, l'operador del sistema ha d'informar d'aquest valor de capacitat durant el procés d'accés. Adicionalment, a la zona de la figura 6 marcada entre la línia contínua i la línia discontinua, el sistema HVDC ha de ser capaç de romandre connectat a la xarxa, però es permet el bloqueig del sistema HVDC.

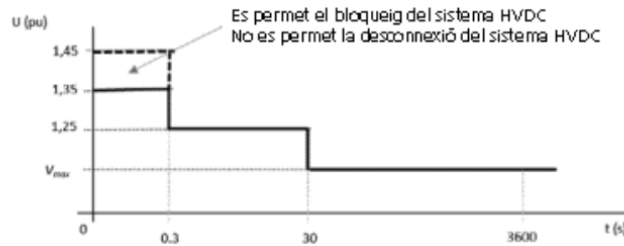


Figura 6. Temps mínims de sobretensoió en el punt de connexió (tensió eficaç a terra en una o en totes les fases en valor unitari de la base de tensió del punt de connexió) que el sistema HVDC ha de ser capaç de suportar sense desconectar. V_{max} es correspon amb la màxima tensió admissible considerada en els rangs de tensió i temps mínims que ha de suportar sense desconectar establerta a l'apartat 6.

L'operador del sistema pot requerir la característica de sobretensoió fase-fase en el punt de connexió referida al valor de la tensió previ a l'esdeveniment després d'una anàlisi individual de cada projecte.

En cas de bloqueig del sistema HVDC, aquest s'ha de desbloquejar un cop la tensió en el punt de connexió en totes les fases (tensió eficaç a terra en el punt de connexió) hagi tornat a valors inferiors a 1,35 pu. Després de la seqüència de desbloqueig, el sistema HVDC ha de contribuir, si escau, a la injecció o absorció de corrent ràpid de falta segons s'especifica a l'apartat 7 i assolir almenys el 90% del valor de potència activa i reactiva que determini el sistema de control. Aquests valors s'han de restablir en un temps inferior a 150 ms.

Correspon al gestor de la xarxa pertinent establir els requisits en relació amb la capacitat dels sistemes HVDC per suportar sobretensoió transitoris, quan la seva estació convertidora estigui connectada a la xarxa de distribució.

15. Recuperació de la potència activa posterior a una falta

Després d'una falta per a la qual el sistema HVDC ha de romandre connectat a la xarxa, de conformitat amb el que assenyalen els apartats 13 i 14 d'aquest annex, la potència activa ha d'assolir com a mínim el 90% del seu valor previ a la falta tan aviat com sigui possible i, en tot cas, en un temps inferior a 150 ms, sempre que la tensió del punt de connexió assoleixi o superi el valor de 0,85 pu. En cas que el sistema HVDC estigui en el màxim de la seva capacitat i no sigui capaç de recuperar el 90% del valor de potència activa previ a la falta, ha d'assolir almenys el 90% del seu corrent nominal.

Als efectes de compliment d'aquest requisit, en cas que la resposta en potència activa sigui oscil·lant, s'ha de considerar la línia de tendència del component no oscil·latori de la potència activa després de l'eliminació de la falta. En aquests casos, la resposta ha de presentar un amortiment superior al 10%.

16. Recuperació ràpida després de faltes en CC

Quan l'operador del sistema ho requereixi, els sistemes HVDC que disposin d'un o diversos trams aeris en la seva línia de transmissió en corrent continu han de ser capaçs de recuperar la seva potència activa en cas de faltes transitoris en els trams aeris, tan ràpidament com la tecnologia ho permeti i en qualsevol cas en temps inferiors a 5 segons.

17. Energització i sincronització d'estacions convertidores HVDC

Durant l'energització o sincronització d'una estació convertidora d'un sistema HVDC a la xarxa de corrent altern, o durant la connexió d'una estació convertidora a un sistema HVDC, l'estació convertidora del sistema HVDC ha de disposar de la capacitat de limitar la variació de tensió en règim permanent en el punt de connexió a un nivell inferior o igual a 4% de la tensió abans de la seva sincronització.

18. *Interaccions entre sistemes d'HVDC i altres plantes i equips*

A través del disseny de les seves funcions de control o d'equipament addicional, els sistemes HVDC han de ser capaços d'evitar o reduir els riscos d'interacció detectats.

En aquest sentit, tret d'indicació en contra de l'operador del sistema, el propietari del sistema HVDC ha de fer un estudi d'interaccions entre el sistema d'HVDC i altres plantes i equips, que ha de ser validat per l'operador del sistema. Aquest estudi ha d'incloure, com a mínim, les qüestions següents:

- Anàlisi de la possible interacció del sistema HVDC amb la xarxa d'alterna. L'operador del sistema ha de definir, després d'una anàlisi individual del projecte, les possibles topologies i escenaris de la xarxa.

- Anàlisi de la possible interacció del sistema HVDC amb altres sistemes HVDC. L'operador del sistema ha de definir, després d'una anàlisi individual del projecte, els altres «sistemes HVDC» que ha de tenir en consideració l'estudi.

- Anàlisi de la possible interacció del sistema HVDC amb altres equips connectats o que estigui previst que s'hagin de connectar a la xarxa, com ara mòduls de generació síncrons, mòduls de parc elèctric, equips de demanda, generació o sistemes d'emmagatzematge connectats a través d'un convertidor, compensadors síncrons, dispositius FACTS, entre d'altres. L'operador del sistema ha de definir, després d'una anàlisi individual del projecte, els equips concrets que s'han de tenir en consideració per a la realització de l'estudi.

- Identificació d'accions mitigadores necessàries.

Quant a la metodologia, aquesta depèn de les exigències de l'estudi, si bé, ha d'incloure com a mínim:

- El mesurament o la simulació de la impedància de xarxa dependent de la freqüència.

- La determinació de les no linealitats en les diferents possibles impedàncies del sistema HVDC, tenint en compte les funcions de control.

- Conclusions de les anàlisis en el domini de la freqüència i/o simulacions EMT.

L'operador del sistema pot requerir la reducció o ampliació de l'abast, o metodologies alternatives per fer l'estudi esmentat, després d'una anàlisi individual de cada projecte.

El titular de la instal·lació ha de remetre l'estudi a l'operador del sistema prèviament a la tramitació de la notificació operacional d'energització. Aquest estudi s'ha de repetir si, durant la vida útil de la instal·lació, es detecten aquest tipus d'interaccions.

És obligació del titular de la instal·lació dur a terme les accions necessàries per mitigar les interaccions que puguin resultar de l'estudi.

És condició necessària per a l'obtenció de la notificació operacional d'energització i, si s'escau, per mantenir la vigència de la notificació operacional definitiva, l'acceptació, per part de l'operador del sistema, de l'estudi remès i la realització de les accions mitigadores necessàries.

19. *Capacitat d'amortiment d'oscil·lacions de potència*

Els sistemes HVDC han d'incorporar una funció de control que esmorteixi les oscil·lacions de potència mesurades en el punt de connexió o en qualsevol altre punt de la xarxa especificat per l'operador del sistema. Aquesta funció de control:

- S'ha de dissenyar per treballar de manera eficient en diversos modes: gestionant únicament la potència activa, gestionant únicament la potència reactiva, o gestionant la potència activa i reactiva simultàniament.

- Ha de presentar un comportament robust en cas que tinguin lloc variacions de freqüència o de potència. Addicionalment, ha d'esmoreir possibles oscil·lacions electromecàniques i, en particular, les corresponents al rang de freqüència 0,1-2 Hz.

– Ha d'estar preparat per rebre senyals d'entrada (per exemple, freqüència) de nusos remots del sistema.

20. Capacitat d'amortiment d'interaccions subsíncrones

Els sistemes HVDC han d'incorporar una funció de control que esmorteïxi les interaccions subsíncrones que puguin aparèixer entre el sistema HVDC i altres mòduls de generació d'electricitat síncrons, mòduls de parc elèctric, convertidors, compensadors síncrons, o qualsevol altre dispositiu connectat a la xarxa.

El propietari del sistema HVDC ha de fer un estudi, que ha de ser validat per l'operador del sistema, l'abast mínim del qual ha de ser el que s'indica a continuació:

– Determinar el risc d'interaccions subsíncrones amb altres dispositius connectats a la xarxa propera.

– En cas d'aparició de riscos:

- Determinar el principi de funcionament i els ajustos dels paràmetres del control d'amortiment de les interaccions subsíncrones.

- Demostrar l'eficàcia d'aquest control en l'amortiment d'interaccions subsíncrones.

- Identificar les accions mitigadores necessàries, si escau.

L'operador del sistema pot requerir la reducció o ampliació de l'abast de l'estudi esmentat, després d'una anàlisi individual de cada projecte.

El titular de la instal·lació ha de remetre l'estudi a l'operador del sistema, prèviament a la tramitació de la notificació operacional d'energització. Aquest estudi s'ha de repetir si, durant la vida útil de la instal·lació, es detecten aquest tipus d'interaccions.

És obligació del titular de la instal·lació dur a terme les accions necessàries per mitigar les interaccions que puguin resultar de l'estudi.

És condició necessària per a l'obtenció de la notificació operacional d'energització i, si s'escau, per mantenir la vigència de la notificació operacional definitiva, l'acceptació, per part de l'operador del sistema, de l'estudi remès i la realització de les accions mitigadores necessàries.

21. Robustesa del sistema HVDC

Els sistemes HVDC han d'estar dissenyats per presentar un comportament robust davant canvis esperats o inesperats. En aquest sentit, un sistema HVDC ha de:

– Ser capaç d'assolir punts de funcionament estables durant i després de tota maniobra planificada o no planificada en el sistema HVDC o en la xarxa de corrent altern a què estigui connectat. Sense perjudici que l'operador del sistema en pugui especificar d'altres, aquestes variacions podrien ser:

- Pèrdua del sistema de telecomunicacions entre el sistema HVDC i el centre de control remot, o entre les dues estacions convertidores del sistema HVDC.

- Modificació de les condicions en els fluxos de càrrega o de la topologia de les línies de la xarxa d'alterna o del propi sistema HVDC.

- Canvis de mode de control del sistema HVDC.

- Actuació simultània de dues o més funcions de control implementades en el sistema HVDC.

- Pèrdua de funcions externes d'optimització i control del sistema HVDC.

– Suportar el tancament de les línies de la xarxa amb una diferència angular entre pols de l'interruptor de la línia de 30°, i ocasionalment fins a 35°.

– Suportar sense dany, ni desconnexió, ni alteració en el mode de funcionament variacions de la tensió de règim permanent del 4% en el punt de connexió.

- Suportar en règim permanent un component de tensió inversa del 5% de la tensió nominal.
- Suportar, sense dany, els valors que indica la normativa vigent sobre qualitat de servei en la xarxa de transport. Els índexs de qualitat de les instal·lacions de transport són els que estableix el Reial decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica, o norma que el substitueixi.
- Conservar els ajustos dels paràmetres de les funcions de control que hi havia prèviament a la desconnexió esmentada després de la desconnexió prolongada d'una convertidora o del sistema HVDC complet.

Adicionalment, davant indisponibilitat o falta en el cable o línia de transport en corrent continu entre estacions convertidores del sistema HVDC, aquestes han de poder funcionar gestionant únicament la seva potència reactiva.

22. *Esquemes i ajustos de protecció elèctrica*

El sistema de protecció dels sistemes HVDC han de complir, almenys, el que indica l'esmentat document «Criteris generals de protecció del sistema elèctric peninsular espanyol», o la seva edició posterior en vigor, quan el sistema HVDC pertanyi a la denominada «Xarxa considerada», segons el document esmentat. Adicionalment, el sistema de protecció de la instal·lació s'ha de coordinar amb els sistemes de protecció de la xarxa a la qual es connecti.

El sistema HVDC ha de suportar, sense dany, les faltes i corresponents temps d'eliminació que preveu el document «Criteris generals de protecció del sistema elèctric peninsular espanyol».

No obstant això, l'operador del sistema pot establir requisits addicionals relacionats amb els esquemes i ajustos de proteccions, després d'una anàlisi individual de cada projecte.

23. *Requisits d'intercanvi d'informació i coordinació*

23.1 Funcionament dels sistemes HVDC. Els senyals addicionals a les que estableix el Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016, que el controlador automàtic, establert pel Reglament esmentat, ha de ser capaç d'enviar i de rebre i, en general, altres requisits d'informació a intercanviar, s'han d'acordar entre l'operador del sistema i el titular de la instal·lació després d'una anàlisi individual de cada projecte.

23.2 Registre i supervisió de faltes. Els sistemes HVDC han d'estar dotats, com a mínim, d'un equip de registre i supervisió de faltes en cada estació convertidora del sistema HVDC. L'activació de qualsevol relé de protecció ha de quedar registrada juntament amb l'oscil·lografia i el propietari del sistema HVDC té l'obligació de facilitar el registre de faltes i l'oscil·lografia, a petició de l'operador del sistema.

Així mateix, els sistemes HVDC han d'estar dotats d'un equip de supervisió dinàmica del comportament de la xarxa que ha d'incloure un activador d'oscil·lació, amb la finalitat de detectar oscil·lacions de potència gestionades de manera deficient. El criteri d'activació de l'oscil·lació l'ha d'especificar l'operador del sistema, després d'una anàlisi individual de cada projecte, i el propietari del sistema HVDC té l'obligació de facilitar el registre d'oscil·lacions de potència a l'operador del sistema tantes vegades com es detectin.

Adicionalment, l'operador del sistema pot requerir que una o diverses estacions convertidores del sistema HVDC estiguin equipades amb una unitat de mesura fasorial (PMU), en temps real, dels principals paràmetres elèctrics del sistema. Les característiques d'aquesta unitat, així com els requisits d'intercanvi d'informació, les ha de definir l'operador del sistema, després d'una anàlisi individual de cada projecte.

23.3 Models de simulació. Després d'una anàlisi individual de cada projecte, l'operador del sistema pot acordar amb el titular d'un sistema HVDC que es modelin

funcionalitats addicionals a les mínimes requerides pel Reglament (UE) 2016/1447, de 26 d'agost de 2016.

24. Potència de curtcircuit

El sistema HVDC ha de complir les disposicions sobre potència de curtcircuit que estableix el procediment d'operació 12.2.